TARIJA

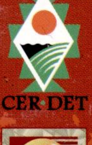
CONTAMINACIÓN DEL AGUA

E IMPACTOS POR ACTIVIDAD HIDROCARBURÍFERA EN AGUARAGÜE

investigaciones regionales



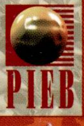
Dicyt



Wálter Mamani Q.

Nelly Suárez R. Claudia García T.





Contaminación del agua e impactos por actividad hidrocarburífera en la Serranía Aguaragüe

INVESTIGACIONES REGIONALES
TARIJA

Contaminación del agua e impactos por actividad hidrocarburífera en la Serranía Aguaragüe

Wálter Mamani Quiquinta

Nelly Suárez Rueda
Claudia García Terrazas









DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA U.A.J.M.S.

CENTRO ECLESIAL DE DOCUMENTACIÓN

CENTRO DE ESTUDIOS REGIONALES PARA EL DESARROLLO DE TARIJA

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN ESTRATÉGICA EN BOLIVIA

La Paz, 2003

Esta publicación cuenta con el auspicio del Directorio General para la Cooperación Internacional del Ministerio de Relaciones Exteriores de los Países Bajos (DGIS).

Mamani Quiquinta, Wálter

Contaminación del agua e impacto por actividad hidrocarburífera en la Serranía Aguaragüe. / Wálter Mamani Quiquinta; Nelly Suárez Rueda; Claudia García Terrazas. — La Paz : FUNDACIÓN PIEB, Abril 2003.
xviii.; 183 p.: maps., tbls., ilus. ; 21 cm. — (Investigaciones Regionales Tarija; no. 5)

D.L. : 4-1-385-03
ISBN: 99905-68-32-4 : Encuadernado

CONTAMINACIÓN DEL AGUA / MEDIO AMBIENTE / YACIMIENTOS PETROLÍFEROS / HIDROCARBUROS / EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO / CONSERVACIÓN DEL AGUA / RECURSOS HÍDRICOS / RESERVAS NATURALES / ECOLOGÍA / ECONOMÍA REGIONAL / PERFORACIÓN DE POZOS / TARIJA / AGUARAGÜE
1. título 2. serie

Edificio Fortaleza, Piso 6, Of. 601
Av. Arce Nº 2799, esquina calle Cordero, La Paz
Teléfonos: 243 25 82 - 243 52 35
Fax: 243 18 66
Correo electrónico: fundapieb@unete.com
website: www.pieb.org
Casilla postal: 12668

Diseño gráfico de cubierta: Alejandro Salazar

Edición: Gustavo Guzmán

Producción: Editorial Offset Boliviana Ltda.
Calle Abdón Saavedra 2101
Tels.: 241-0448 • 241-2282 • 241-5437
Fax: 242-3024 – La Paz - Bolivia

Impreso en Bolivia
Printed in Bolivia

Índice

Anexos:

Presentación

El departamento de Tarija vive procesos acelerados de cambio. La alta presencia de migrantes; los caminos de la interculturalidad; la decisión de los campesinos por preservar sus conocimientos frente al avasallamiento de la "modernidad"; la presencia de las transnacionales y la contaminación del medioambiente; la lucha por la tierra... la vulnerabilidad de los grupos indígenas.

Seis investigaciones apoyadas por el Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB), en el marco de su Convocatoria Regional Tarija, abordan estos temas con amplitud. Y lo hacen a partir del trabajo de investigadores de la región comprometidos con el desarrollo local y con la necesidad de brindar conocimientos para entender mejor estos procesos.

Las investigaciones cubren una gran parte de los temas identificados por diferentes actores de la región como prioridades de investigación en Tarija. La consulta de necesidades de investigación se realizó el 2000; el proceso continuó con el lanzamiento de la Convocatoria Regional Tarija, en el marco de los concursos impulsados por el PIEB a favor del fortalecimiento de las capacidades locales de investigación. Se siguió con la elección de los ganadores del concurso entre 28 proyectos; el desarrollo de las investigaciones y la socialización de sus principales hallazgos.

La Convocatoria Regional Tarija llegó a buen puerto gracias al apoyo de tres instituciones, contrapartes del PIEB en la región: Dirección de Investigación Científica y Tecnológica (DICYT) de la Universidad Juan Misael Saracho; el Centro Eclesial de Documentación (CED) y el Centro de Estudios Regionales para el Desarrollo de Tarija (CER-DET). Fue importante, también, la contribución de la Casa de la Cultura de

Tarija, institución que leyó con atención los objetivos de este concurso y creó puentes de encuentro con instancias involucradas en los temas trabajados, a favor del uso de los resultados.

Ahora la Convocatoria Tarija se cierra con la presentación de las seis investigaciones publicadas: *Tarija en los imaginarios urbanos* e *Interculturalidad entre chapacos, quechuas, aymaras y cambas en Tarija* dan luces sobre transformaciones en la urbe tarijeña. *La trashumancia ganadera en Tarija,* se acerca al área rural y a prácticas de desarrollo campesino. El Chaco y la serranía de Aguaragüe, fueron los escenarios de *La lucha por la tierra en el Gran Chaco tarijeño, Estrategias de sobrevivencia entre los Tapietes del Gran Chaco* y *Contaminación del agua e impactos por actividad hidrocarburífera en Aguaragüe.*

Las investigaciones citadas constituyen insumos valiosos para el trabajo y reflexión de los actores políticos y sociales interesados en el desarrollo de Tarija a partir del conocimiento científico. Esperamos que sean el referente de futuras investigaciones sobre la región. El PIEB estará atento al camino que cada una de ellas siga, y, de igual forma, a los nuevos emprendimientos de sus autores, cuya contribución se suma a la de otros investigadores a los que el PIEB ha apoyado a través de sus convocatorias regionales en Beni, Potosí, Oruro, Santa Cruz y, recientemente, Chuquisaca.

Godofredo Sandoval
Director Ejecutivo del PIEB

Prólogo

La prospección y explotación hidrocarburífera de la Serranía del Aguaragüe constituye el eje central de lo que podríamos llamar el "lado oscuro" del "boom" gasífero que vive Bolivia.

Hacia el oeste, después del Aguaragüe, sólo queda la llanura. Esa es la razón por la que la serranía es tan importante para el Chaco tarijeño. De su zona alta, donde se encuentra una porción importante de bosque nublado, fluyen durante todo el año una serie de riachuelos, que convierten al área en la más rica del Chaco boliviano, el que por cierto se caracteriza por una pobreza extrema, tanto de sus suelos, como de su gente. El Aguaragüe provee aproximadamente el 70 por ciento del agua de la provincia Gran Chaco, y el dato incluye el consumo urbano de las ciudades de Yacuiba, Villa Montes y Caraparí.

Y si el agua es una de las virtudes que la naturaleza le ha conferido a la cadena montañosa, el gas es la otra. Se encuentra en los bloques de San Antonio y San Alberto y sigue siendo insistentemente buscada a través de intensas actividades de prospección y exploración llevadas a cabo en la parte alta de la serranía. También el gas es el objeto de los diversos gasoductos y túneles que en estos momentos se construyen en la zona para abaratar su costo de transporte.

Las capas de vegetación se dinamitan, los cursos superficiales de agua se contaminan y alteran, los cursos subterráneos de agua se destruyen merced a la construcción de los túneles, el costo de vida sube y los espacios dedicados a la prostitución se multiplican cerca de los campamentos petroleros. Las comunidades se reorganizan y dividen a partir de esas dádivas ocasionales que se llaman "acción social" en la jerga usada

por las empresas, y a lo largo y ancho de la serranía se abren brechas, por las que una vez que se retiren los petroleros, comenzarán a penetrar colonizadores dispuestos a abrirse paso en el monte a machetazo limpio.

Estamos en una época en la que unos cuentan billetes que todavía no se han materializado y otros gustan jugar divertimentos geopolíticos de alta estrategia, todo alrededor del gas, pero son pocos los que intentan cuantificar los daños causados a la tierra y el agua en la serranía. Así, la contaminación es uno de los pocos elementos reales generados por el consabido "boom", por lo menos hasta ahora.

En ese contexto, ha sido significativa la decisión de realizar la investigación "Contaminación del agua e impactos por actividad hidrocarburífera en Aguaragüe", tomada por el grupo conformado por Walter Mamani, Nelly Suárez y Claudia García. Al hacerlo, han decidido penetrar en un terreno difícil y prácticamente desconocido, de información restringida, donde las únicas investigaciones que se hacen sobre los recursos naturales de la zona, las pagan las empresas petroleras.

El grupo ha intentado en el trabajo ligar los efectos de la contaminación de aguas y suelos, con el impacto social en las comunidades ubicadas en el terreno sometido a la influencia de los emprendimientos, lo que es un acierto de principio. Es importante la sistematización que han realizado sobre el historial de explotación hidrocarburífera en la zona y sobre los incidentes de contaminación ocurridos en el país, pero más importantes son los datos obtenidos en su investigación de campo y las conclusiones logradas en consecuencia.

En general el grupo, de acuerdo a los datos que ha obtenido, plantea que en la zona de estudio, tanto en las áreas donde actualmente se realizan trabajos de prospección como donde existen pasivos ambientales, hay índices de contaminación importantes. Ese panorama no sólo abarca las áreas rurales, sino la misma ciudad de Villa Montes. Tomando el caso del río Tarairí, y aplicando el reglamento en materia de contaminación hídrica de la Ley del Medio Ambiente, el estudio determina, por ejemplo, que para usar dicha agua los comunarios deberían desinfectarla y darle un tratamiento físico y químico completo y que no es recomendable para el riego de hortalizas de consumo crudo y frutas de cáscara delgada. Está claro que estas recomendaciones no se cumplen ni en Tarairí ni en ninguna otra comunidad del Chaco tarijeño.

Las conclusiones a las que ha llegado el grupo son fácilmente extrapolables hacia otras zonas del Aguaragüe. No conocemos ningún motivo por el que la situación

tendría que variar decisivamente en otros sectores de los municipios de Yacuiba o Caraparí. En ese sentido, el documento adquiere mayor importancia al dar un indicio que sólo nos puede llevar a una conclusión: las condiciones ambientales, especialmente las relacionadas con los recursos hídricos, en la zona del Aguaragüe, tienen altos índices de deterioro.

Creemos que los datos aportados por esta investigación deberían ser el detonante para una discusión seria entre los distintos organismos estatales nacionales, departamentales, municipales y la sociedad civil, sobre los efectos ambientales reales de la explotación hidrocarburífera en el Aguaragüe y también sobre sus posibles soluciones.

El caso del Aguaragüe ejemplifica muchas cosas, una de ellas es la impotencia de los ciudadanos de a pie frente a la indolencia del gobierno, producto a su vez de otra impotencia: la del Estado frente a las grandes empresas petroleras. Sin exagerar, puede decirse que frente a la serranía mueren todas las regulaciones estatales en materia de medio ambiente; hay derrames y los funcionarios hacen conferencias telefónicas, hay pozos incendiados y las auditorías se practican meses después, cuando los efectos han pasado casi completamente; hay estudios de impacto ambiental aprobados, y en ellos no se menciona el impacto de la prospección sobre la regulación hídrica.

Esperamos que este trabajo nos impulse en el camino para descubrir las posibles respuestas.

Rodrigo Ayala Bluske
Director de IYA-Programa de Conservación y Desarrollo

Introducción

La Serranía Aguaragüe, situada en la zona sureste del país, ha sido considerada siempre por sus habitantes como una "fábrica de agua". Sin embargo, la existencia de importantes recursos hidrocarburíferos en su subsuelo la ha convertido en centro de la explotación petrolera en Bolivia, especialmente a partir del proceso de capitalización de las empresas nacionales y la creciente demanda de hidrocarburos en el mercado internacional. Dicho proceso ha incrementado sustancialmente la inversión de empresas privadas en la intensa búsqueda de gas y petróleo en la región con un resultado concreto: la Serranía y áreas vecinas se han convertido en la segunda reserva mayor de hidrocarburos en Latinoamérica, especialmente de gas natural. De esa manera, Aguaragüe es cada vez más sinónimo de una "fábrica extractiva de hidrocarburos" que de una "fábrica de agua", tal como se la conocía hasta hace muy poco tiempo.

En este contexto, la intensa actividad hidrocarburífera que se realiza en la región se ha convertido en un factor potencial de riesgo para el ecosistema de la Serranía, especialmente si se toma en cuenta la relación entre los hidrocarburos explotados y el recurso agua, un elemento vital para la subsistencia de los pueblos asentados en la faja subandina de la Serranía Aguaragüe. Los hidrocarburos tienden a contaminar las aguas utilizadas tanto para consumo humano como para actividades agrícolas y ganaderas que son la base de la economía de la región. La Serranía es la fuente de agua para consumo humano de la ciudad de Villa Montes y del pueblo originario Wennhayek.

Estas consideraciones generales, sumadas a los acontecimientos socioambientales ocurridos por la contaminación de hidrocarburos y lodos petroleros en la quebrada Los Monos, en Caigua y en Ipa que se encuentran al pie de la Serranía y con directa

influencia sobre la población de Villa Montes, además de la conocida demanda de agua del Chaco boliviano, nos llevaron a la realización del presente trabajo de investigación bajo el criterio de que una de las prioridades principales de la región es el estudio del recurso agua en la zona de influencia de Villa Montes y el impacto que causan los pasivos ambientales generados por los pozos petroleros abandonados y los trabajos petroleros intensivos que se realizan actualmente.

Bajo todas esas consideraciones, el estudio tiene los siguientes objetivos principales:

- Caracterizar la actividad hidrocarburífera en la región e identificar el potencial contaminante que representa.
- Determinar el nivel de contaminación en la Serranía Aguaragüe con énfasis en las aguas superficiales, suelo y población.
- Identificar, determinar y evaluar la contaminación de aguas superficiales y suelos en zonas de influencia de pozos petrolíferos pasivos y activos.
- Evaluar cualitativamente los impactos de la contaminación en la población en su aspecto económico, en el comportamiento social y en el ámbito referido a la salud.
- Conocer la percepción social del cumplimiento de la normatividad ambiental y el componente de información ambiental que conlleva.
- Formular pautas de control y de normatividad para disminuir los impactos identificados o previsibles.

El trabajo de investigación ha sido desarrollado en seis capítulos. El **Capítulo Uno** se refiere a los acontecimientos históricos de la actividad hidrocarburífera en Bolivia, su relevancia económica y la ubicación cronológica de la Ley de Medio Ambiente en ese proceso. El **Capítulo Dos** introduce términos conceptuales referidos a la contaminación, ofrece referencias sobre el potencial de impacto ambiental que puede ocasionar la actividad hidrocarburífera y describe los impactos ocurridos en Bolivia conocidos a través de diversas publicaciones. En el **Capítulo Tres** se presenta la caracterización de la zona de estudio, su delimitación, sus características físicas e hidrológicas, la calidad de sus aguas, la descripción de las actividades hidrocarburíferas que se realizan en la zona, los problemas ambientales conocidos y, en la parte final, las características generales de poblaciones de influencia.

En el **Capítulo Cuatro** se presenta el caso de estudio de contaminación del agua, la ubicación de los lugares afectados, los análisis de laboratorio y sus resultados, y las percepciones sociales del impacto ambiental de este recurso en los lugares identificados. En el **Capítulo Cinco** se desarrolla el caso de estudio de los impactos ambientales en la población, las acciones asumidas por las organizaciones en la zona, el impacto ambiental en la agricultura, el ámbito forestal, la fauna silvestre y la ganadería, y el impacto en el campo social y en la salud, además de una aproximación sobre las expectativas de las proyecciones económicas regionales. En la parte final de la investigación, en el **Capítulo Seis**, se presenta el caso de estudio del cumplimiento de la normatividad ambiental, la percepción de los actores acerca de las actividades petroleras y el nivel de información ambiental con el que se cuenta.

En los casos de estudio, se realizó un trabajo de campo con la participación de los actores involucrados a través de entrevistas. Con ese propósito, se hizo el monitoreo de aguas en los siguientes cursos:

- Fuentes de agua de las comunidades Camatindi, Tahiguati, Ipa, Tarairí y Caigua, ubicadas en el margen Este de la Serranía Aguaragüe.
- Los afluentes del río Pilcomayo en el margen derecho: el Sábalo, Isiri y Los Monos.
- Tres lugares ubicados en el río Pilcomayo: Sábalo, Puente Ustarez y Puesto Uno.

Por otra parte, en el curso de la investigación se han determinado los parámetros de calidad de aguas que son distribuidas para consumo humano en Villa Montes y San Antonio; también se determinó la calidad de agua del río Tampinta; además, se tomó como referencia el agua de pozo de Algarrobal, en la planicie del Chaco, y el agua acumulada por escorrentía de los suelos en biotratamiento del Pozo Camatindi, en la cima del Aguaragüe. En casos más puntuales, se han realizado muestreos de suelos que tienen influencia con aguas contaminadas por hidrocarburos en los siguientes lugares: en terrenos de Ipa, Caigua y en la quebrada Los Monos y Sábalo.

La palabra de los actores directamente involucrados en el presente estudio surge a través de entrevistas realizadas a representantes de las comunidades de Camatindi, Ipa, Caigua, Puente Ustarez, Villa Montes, Algarrobal y San Antonio. Para recoger

información de la normatividad ambiental vigente se realizaron entrevistas complementarias a pobladores de base de la zona, voceros de organizaciones ambientalistas y cívicas de Villa Montes y Tarija, además de representantes ambientalistas del sector estatal, comunal y petrolero. En este último caso, se entrevistó a personal de las principales empresas operadoras y concesionarias del área.

Cabe destacar que uno de los hallazgos no previstos en el inicio del estudio es el referido a la contaminación del agua de consumo de Villa Montes, hecho que merece la debida atención de futuros proyectos de dotación de agua potable para esa población y para las comunidades del Chaco.

Vale la pena dejar claramente establecido que con el presente estudio no se pretende generar un ambiente de oposición a la presencia ni a los trabajos de explotación de las empresas petroleras actualmente afincadas en la Serranía Aguaragüe. Si bien sabemos que toda actividad petrolera genera impactos ambientales irrecuperables, sabemos también que es posible que dichos impactos pueden ser mínimos en función de las personas, las empresas y las políticas que sean capaces de aplicar considerando la importancia del agua como materia básica para la vida, el entorno social, el ecosistema y la posibilidad de entender el desarrollo como desarrollo sostenible. Sabemos también que el agua, el aire, el suelo y la energía, si son bien utilizados por el hombre nos permiten pensar en un desarrollo con armonía. Sin embargo, debemos estar absolutamente conscientes de que la ausencia de protección de esos recursos, o su mala utilización, traen consigo el desequilibrio de la naturaleza y, como consecuencia inmediata, el perjuicio al ser humano, lo que ocasiona mayores brechas o diferencias entre grupos sociales, generando malas condiciones de vida y, por supuesto, la indeseada proliferación de conflictos sociales.

Finalmente, y en el marco de la permanente preocupación de la población y sus organizaciones sociales por la búsqueda de un desarrollo sustentable y en armonía en la Serranía Aguaragüe, deseamos agradecer a todas aquellas personas y organizaciones rurales, cívicas y ambientales de Villa Montes que nos han apoyado brindándonos información para la realización de este estudio. Igualmente, una agradecimiento especial al Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB) por el apoyo, financiamiento e incorporación de este trabajo en la convocatoria regional de investigación en Tarija correspondiente a la gestión 2000-2001 en el área Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.

CAPÍTULO UNO

Actividad hidrocarburífera en Bolivia y aproximación económica

1. Antecedentes históricos

1639: En la época de la Colonia, el Jesuita Alonso Barba hace conocer la existencia de petróleo en la región del Chaco (Molloja, 1999); se lo conocía como bitumen o "jugo de la tierra".

1897: Manuel Cuéllar descubre cerca de Camiri una fuente superficial de petróleo e intenta crear una empresa petrolera.

1902: Se realiza la primera concesión del Estado a particulares.

1916: Se inicia la exploración de petróleo a cargo de las compañías Águila Doble (boliviana) y Breiden Co.

1920: Se conceden 3,7 millones de hectáreas a particulares. Un millón de esas hectáreas se localizan en Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija, bajo responsabilidad de la empresa estadounidense Richmond Levering Co.

1921: Se unifican todas las concesiones que el Estado había licitado en manos de la Standard Oil. Las exploraciones de esta empresa, ubicadas en los entornos de Camiri, abarcaron 4 millones de hectáreas (Gisbert *et al.*, 1998).

La Standard Oil compró, además, otras concesiones particulares hasta tener 4,6 millones de hectáreas. El contrato con el gobierno establecía un derecho de explotación por 55 años. La empresa debería perforar un pozo cada 50.000

hectáreas y producir hasta dos millones de barriles de petróleo por día. La Standard Oil debía pagar a Bolivia un 11% de la producción bruta como regalías.

1922: La Stantard Oil perfora el primer pozo (Bermejo 1). En 1924 se perfora el primer pozo productivo de hidrocarburos (Bermejo 2). En 1927 se perfora el primer pozo en Camiri. En cifras globales, la empresa invierte sólo 17 millones de dólares y perfora 30 pozos.

1932: Se inicia la Guerra del Chaco.

Una de las interpretaciones sobre los móviles de la guerra señala que fue un conflicto financiado por dos gigantes del petróleo: la Standard Oil por el lado boliviano, y la Shell Royal Dutch, por el lado paraguayo. La razón del conflicto fueron las supuestas reservas que en ese entonces albergaba la región del Chaco boliviano.

Hasta el desencadenamiento de la guerra, la Standard Oil afirmaba que aún no había localizado yacimientos explotables. Sin embargo, mientras Bolivia estaba entregada a la guerra, esta empresa extendió, sin conocimiento ni permiso de las autoridades bolivianas, un oleoducto a la Argentina sin pagar regalías por la exportación del crudo (Gavaldá, 1999). Entre 1925 y 1936 la Standard produjo 773.792 barriles, pero se comprobó que había exportado petróleo de contrabando a la Argentina por lo menos hasta 1928. La Standard Oil a pesar de beneficiarse de las concesiones del estado boliviano, nunca ayudó a Bolivia en la guerra (Gisbert *et al.*,1998).

1936: Final de la guerra, creación de Yacimientos Petrolíferos Fiscales de Bolivia (YPFB) y nacionalización de la Standard Oil. Un decreto determina la caducidad de las concesiones petrolíferas y la reversión de todos sus bienes al Estado.

1943: Se firma un acuerdo por el cual Bolivia debía pagar 1,5 millones de dólares por indemnización a la Standard Oil. La empresa deja la documentación de las investigaciones en exploración (Gavaldá, 1999).

1940 a 1950: YPFB produce entre 1.000 y 2.500 barriles de petróleo por día (nivel de producción mínimo).

El advenimiento posterior de la Revolución significó un impulso consciente de la producción de hidrocarburos como una alternativa de diversificación económica, pues surgió la posibilidad de exportar petróleo crudo, una vez cubierta de demanda interna.

1952: Estalla la Revolución y Bolivia vive un profundo cambio estructural. Estados Unidos bloquea las exportaciones mineras produciendo una gran inflación. El país padece una gran pobreza y hambruna. Estados Unidos propone la donación masiva de alimentos a cambio de reconducir la política petrolera. El presidente boliviano Víctor Paz Estenssoro adjudica el bloque Madrejones y Camiri a una empresa americana. Con esta concesión, se inicia un proceso de apertura que es aprovechado por las empresas norteamericanas.

1956: El Gobierno contrata un bufete de abogados norteamericanos para redactar un código petrolero (Código Davenport, por el nombre del bufete). Aparecen dos nuevas empresas petroleras en el país, la Gulf Oil Co. y la Occidental, que explotaron durante más de una década el crudo boliviano (Gavaldá, 1999). El Código Davenport otorgaba amplias facilidades a los inversionistas a cambio de una regalía del 11% al Estado que podía reducirse según el caso; se aplica, además, un impuesto sobre las utilidades del 30%.

14 empresas extranjeras se interesaron en los campos bolivianos y recibieron concesiones por casi 14 millones de hectáreas, pero sólo una de ellas tuvo éxito: la Bolivian Gulf Oil Co.

1964 a 1969: La producción del petróleo sube de 8.000 barriles día a 40.000, el segundo nivel más alto de producción de la historia.

1965 a 1969: La producción de gas aumenta de 25 millones de pies cúbicos por día a más de 75 millones. Era el antecedente de una etapa de bonanza que después tuvo su pico mayor (Gisbert *et al.*, 1998).

1968: Se firma el convenio de venta de gas a la Argentina durante el gobierno del general René Barrientos Ortuño. El convenio establecía un compromiso de venta por 20 años al precio de 0,225 dólares por millar de pies cúbicos y un volumen de 141 millones de pies cúbicos por día (Gavaldá, 1999).

1969: Nacionalización de la Gulf Oil, la única empresa extranjera que quedaba en el país. YPFB se queda otra vez con todos los campos petroleros. La nacionalización fue impulsada por el ministro de Energía e Hidrocarburos, Marcelo Quiroga Santa Cruz, en el gobierno del general Alfredo Ovando Candia (Gisbert *et al.*,1998).

1970: Durante el gobierno del general Juan José Torres se acuerda la indemnización a la Gulf Oil con 127 millones de dólares a pagar en plazos.

1970: En marzo se redacta la nueva Ley de Hidrocarburos, aparecen los contratos de operación conjunta, y con ellos se retorna al sistema de concesiones.

En un contexto global histórico en el que los nacionalismos están en auge en todo el planeta y en el que la explotación petrolera pasa a manos estatales (entre 1950 y 1970, la participación del Estado a nivel mundial en la explotación petrolera pasa de un 30% a un 70%), Bolivia cede la entrada a 18 nuevas empresas en territorio nacional, con concesiones de 30 años (Gavaldá, 1999).

1971: Se acuerda pagar a la Gulf Oil toda la deuda completa en la gestión de Hugo Banzer Suárez. El país eleva su deuda con la banca privada. En el lapso de 12 años, los beneficios para el Estado a través de la administración de YPFB por la venta de hidrocarburos del sector nacionalizado llegan a más de mil millones de dólares (Gisbert *et al.*, 1998).

La producción de gas natural crece a 150 millones de pies cúbicos día.

1972: Bolivia inicia la exportación de gas a la Argentina. Se producen 195 millones de pies cúbicos por día.

1974: Se firma un compromiso de Bolivia de vender al Brasil 240 millones de pies cúbicos de gas por día y durante 20 años, a cambio de la instalación de un complejo industrial en el sudeste del país integrado por una planta siderúrgica, una petroquímica y una fábrica de cemento. Tan ambicioso proyecto se frustró por la oposición de los grupos de izquierda nacional que acusaron a Banzer de entreguista, sosteniendo que el gas boliviano debía usarse íntegramente en el desarrollo interno (Gisbert *et al.*, 1998).

1977: Se volvió a firmar un acuerdo ratificatorio con Brasil.

1976: En su mejor momento, Bolivia recibe un pago de 4,46 dólares por millar de pies cúbicos (MPC) exportados; luego, el precio fue declinando, hasta caer —en los años 90— por debajo de un dólar por MPC.

1978: Se llega a una producción de 225 millones de pies cúbicos de gas por día.‰gEn la década de 1970 se confirma que Bolivia es un país con mayor reserva de gas que de petróleo.

1985: La crisis económica pone al descubierto la importancia de la explotación del gas, convirtiendo a este rubro en el primer ingreso probable de exportación.

La importancia del gas en la economía nacional crece hasta superar el 50% del total de los ingresos del país por exportaciones en la primera mitad de la década de los años 80. Ese momento el país recibió más divisas por el gas que por la venta de minerales. Esa situación volvió a cambiar y el gas declinó en importancia, siempre en relación estrecha con el precio internacional, tanto del gas como de los minerales.

1985: En agosto se promulga el decreto 21060 que delinea una nueva era política económica en el gobierno de Paz Estenssoro.

En el sector hidrocarburífero se crean las condiciones para la inversión externa y la entrada sin límites de las empresas petroleras al territorio boliviano, condiciones mucho más favorables que en la anterior política petrolera (Gisbert *et al.*, 1998).

1991: Se añade a los contratos de operación conjunta y otras formalidades, los Contratos de Riesgo Compartido y Contratos de Servicio, durante el gobierno de Jaime Paz Zamora.

1992: Se promulga la Ley de Medio Ambiente y Ley de Privatización.

1994: Se promulga la Ley de Capitalización y Ley SIRESE.

1990: YPFB logra firmar alrededor de 18 contratos de asociación.

1995: Se conocen los Reglamentos de la Ley de Medio Ambiente.

1996: En el gobierno de Gonzalo Sánchez de Lozada se promulga la nueva Ley de Hidrocarburos, la Capitalización de YPFB y la construcción del gasoducto Bolivia-Brasil que garantiza un mercado seguro para la exportación de gas.

El planteamiento de la nueva Ley de Hidrocarburos se orienta a retomar el sistema de concesiones petrolíferas sin limitar el área máxima de exploración. Tampoco limita el número de contratos de riesgo compartido con YPFB, de manera que una compañía puede adjudicarse varias unidades de trabajo en el mismo país.

1996: En Diciembre se capitalizan las tres unidades de YPFB al!—ector privado.

Para la capitalización de YPFB, se dividió la empresa en dos unidades de explotación, una de transporte y una unidad residual (que administra los contratos de riesgo compartido, la comercialización y la refinación).

Los bloques de explotación de las compañías estatales Chaco y Andina se venden a compañías norteamericanas (Amoco en el caso de Chaco) y argentinas (YPF, Pérez Compac y Pluspetrol en el caso de Andina).

El transporte de petróleos, anteriormente gestionado por la Compañía Transportadora Boliviana de Transportes, filial de YPFB, fue adjudicado a las empresas ENRON transportadora (Bolivia) y Shell Overseas Holding Ltd. (de Holanda-UK) (Propuestas económicas YPFB, 1996).

1997: La Secretaría Nacional de Energía reparte 10,2 millones de hectáreas entre 21 consorcios petroleros extranjeros.

Entre las áreas licitadas, se encuentran las estructuras geológicas estudiadas por YPFB hasta 1985, año en que hubo el estancamiento económico, debido a que el gas no tenía mercado. Las estructuras geológicas son las siguientes: San Alberto (perforada por YPFB, luego firmó un contrato con Petrobras); Margarita (perforada por Chevron mediante contrato con YPFB); Sábalo (estudiada por YPFB y concedida en contrato a Petrobras); Itaú (estudiada por YPFB y concedida en contrato a Total Bolivia) (Tapia. R. en Energy Press, #76, 2002).

2. Potencial productivo de hidrocarburos en Bolivia

Las zonas hidrocarburíferas más importantes en Bolivia se encuentran en las cordilleras internas en los departamentos de La Paz y Cochabamba y en las serranías subandinas que unen Santa Cruz con Bermejo.

La región subandina y pedemontana en la parte oriental de Bolivia acredita existencia de petróleo y gas natural en casi toda su extensión. Igual situación se presenta en el norte, donde las cuencas de varios ríos cortan los últimos contrafuertes de la cordillera de Apolobamba. Al centro, en las estribaciones del macizo montañoso de la cordillera de Cochabamba cruzadas por las cabeceras del Chapare, Isiboro e Ichilo, el cerro Amboró y la quebrada de Espejos, se presenta el mismo cuadro (ver Figura 1).

Entre 1920 y 1985 se explotaron yacimientos situados en la parte sur de Bolivia, en las serranías del Choreti (Camiri), (Sanandita) y San Telmo (Bermejo), además de Cuevo, Caigua, Camatindi y Los Monos.

La producción y reservas de estos campos disminuyeron notablemente en el periodo citado. Paralelamente, las nuevas exploraciones realizadas en el norte de Tarija lograron el descubrimiento de campos hidrocarburíferos aún más ricos, tales como Caranda, Río Grande y Colpa. Las continuas exploraciones en esta región, a diferencia de las primeras señaladas, se caracterizaron por la creciente importancia los yacimientos de gas natural en Tarija.

Ya en 1989, las reservas probadas de gas en Bolivia alcanzaban la cifra de 3.6 TCF (trillones de pies cúbicos). En ese año, fue sorprendente el hallazgo de significativas reservas de gas en la zona sur del país, especialmente en San Alberto —en la formación Huamapampa—, calculadas en ese entonces en una cantidad cercana a 1 TCF en un solo campo.

El año 2001 las empresas Petrobras (con cuatro pozos) y Total Bolivia (con dos pozos), incrementaron las reservas de gas en un lineamiento estructural de aproximadamente 16 TCF, con posibilidades de llegar hasta 40 TCF. Fueron perforaciones realizadas en la zona norte del departamento de Tarija, hasta llegar a Acheralcito.

Este particular crecimiento de reservas de gas y petróleo (ver Cuadro 1) nos encuentra en enero de 2002 con un nivel de reservas probadas y probables en el subsuelo boliviano que, en el caso del gas, llega a 52.2 TCF, y en el caso del petróleo a 929.1 millones de barriles (YPFB, 2002).



Figura 1
Manifestaciones superficiales de hidrocarburos en Bolivia

GEOGRAFIA Y RECURSOS NATURALES DE BOLIVIA
Ismael Montes de Oca

MANIFESTACIONES SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS

Fig. Nº 11.1

Fuente: Y.P.F.B.

Cuadro 1
Reservas probadas de gas y petróleo en Bolivia

Hasta el año 1995*	Después del año 1995**
6.29 trillones de pies cúbicos de gas (TCF)	52.2 trillones de pies cúbicos de gas (TCF)
128 millones de barriles de petróleo	929.1 millones de barriles de petróleo

Fuente: * YPFB, 1996 ; ** YPFB, enero 2000

Otro dato relevante que surge de los niveles de exploración de hidrocarburos de los últimos años es que, por las reservas exploradas por las empresas Petrobras, Total Bolivia, British Gas, Chaco S.A. y la empresa petrolera Vintage, Tarija alcanza a tener la reserva más grande de Bolivia en gas y petróleo (ver Cuadro 2).

Cuadro 2
Relación de reservas por departamentos petroleros

Departamento	%
Tarija	85.81
Santa Cruz	10.3
Cochabamba	2.3
Chuquisaca	1.5

Fuente: Informe público de la Prefectura, 2002

3. Expectativas económicas por los hidrocarburos

Es indudable que los ingresos económicos principales de Bolivia provienen de la exportación de hidrocarburos a Brasil y Argentina. Las siguientes cifras así lo confirman: los ingresos por la venta de hidrocarburos en el año 2000 llegaron a $us 179.96 millones; un año después, el año 2001, esos ingreso se elevaron a $us188.23 millones, cuya desagregación es como sigue: $us95.59 millones por el petróleo, $us81.36 millones por el gas natural, y $us8.27 millones de $us por el gas licuado de petróleo (GLP); para el año 2002 se tiene previsto un in ingreso cercano a los $us200.- millones (Viceministerio de Energía e Hidrocarburos; Energy Press Nro. 83, Abril 2002).

Es incuestionable también que Bolivia logró los beneficios esperados al concretar la venta de hidrocarburos a Brasil en una primera fase y bajo contrato por espacio de 20 años. Otro aspecto importante es que el gas se vende con valor agregado, por el condensado que lo acompaña (el condensado es un petróleo liviano del cual se produce gasolina, diesel, GLP).

Pero además, las perspectivas económicas del país se basan en la venta de mayores volúmenes de gas al Brasil a través de la construcción de un gasoducto paralelo al existente, con lo cual se alcanzarán los niveles de exportación convenidos y se amplían las posibilidades de venta hacia otros mercados, como el de Estados Unidos. Y, por supuesto, junto a estas expectativas de mayor producción y nuevos mercados de hidrocarburos, crecen los niveles de regalías esperadas (Figura 2 y Figura 3).

4. Actividad hidrocarburífera en el departamento de Tarija

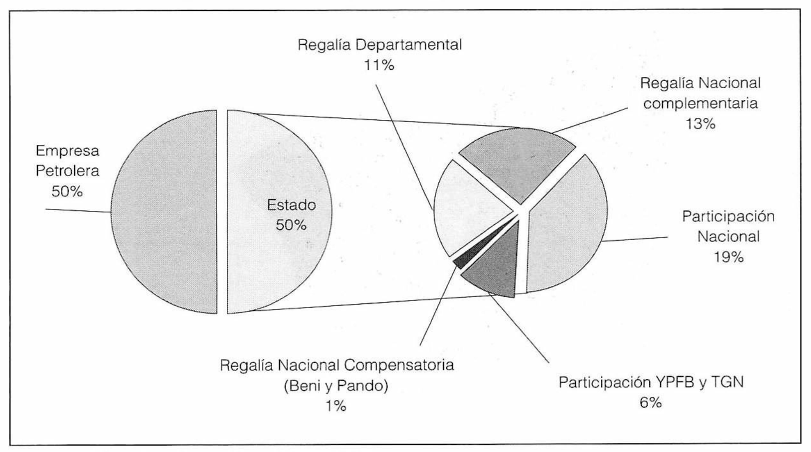
En el departamento Tarija, hasta mayo de 1999, se descubrieron 13 formaciones geológicas productoras de hidrocarburos líquidos y gaseosos situadas en las provincias Gran Chaco, Arce y O'Connor. Con los trabajos actuales de exploración, se prevé el descubrimiento de la décimocuarta formación que se denominaría Tarabuco del Silúrico. Las trece formaciones ya descubiertas son las siguientes: Yecua, Petaca, Castellón, Cangapi, San Telmo, Escarpment, Chorro, Tarija, Tupambi, Iquiri, Los Monos, Huamanpampa, Icla y Santa Rosa.

En las 13 formaciones geológicas se han identificado 13 alineaciones estructurales, cinco ubicadas en la llanura chaqueña (Samayhuate, Ibibobo, Taringuiti, La Vertiente y Tahiguati), y ocho en el subandino (Aguaragüe, Acheralito, Tapecua, Sereré, San Simón, Castellón, Narváez y Los Pinos). En esas 13 alineaciones se tiene 140 estructuras (38 se hallan ubicados en la llanura chaqueña y 102 en el subandino), distribuidas, a su vez, en tres provincias (77 estructuras en la provincia Gran Chaco, 37 en O'Connor y 26 estructuras en la provincia Arce) (Centeno, 1999).

Las reservas probadas y probables de gas del departamento de Tarija constituyen 85.5% de las existentes en el país. Dichas reservas crecieron sustancialmente gracias a los descubrimientos realizados en los Campos San Alberto, Itaú y Sábalo.

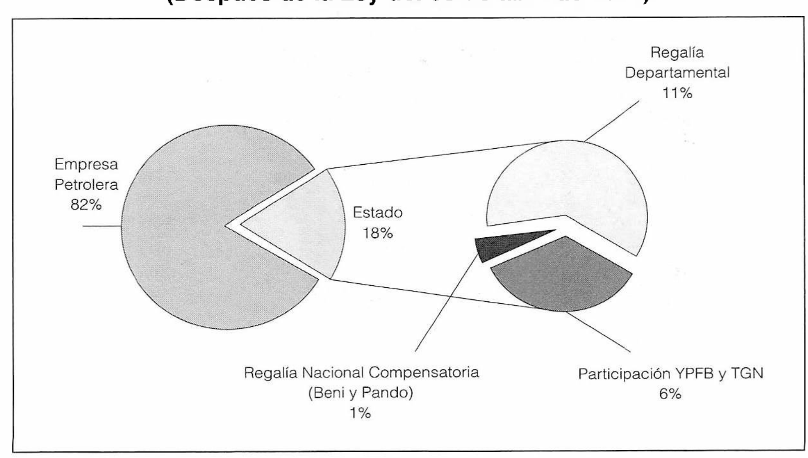
Si nos remitimos a las características geográficas del departamento de Tarija y las relacionamos con las posibles reservas de hidrocarburos existentes, encontramos que de una extensión total de 37.623 Km^2 aproximadamente 26.000 Km^2 son considerados potencialmente prospectables para la búsqueda de hidrocarburos; esto significa que aproximadamente un 69% del departamento ofrece expectativas de hallazgo de reservas hidrocarburíferas; esas expectivas, relacionadas con las provincias, nos señalan los siguientes porcentajes: Gran Chaco, 1.7428 Km^2 (67%); O'Connor, 5.309 Km^2 (21%); Arce, 3.263 Km^2 (12%) (*El País*, 13 Julio, 2001); finalmente, la mayoría de los nuevos campos petroleros en el departamento de Tarija se encuentran en la Serranía Aguaragüe (ver Figura 4).

Figura 2
Distribución de regalías por hidrocarburos existentes en boca de pozo
(Antes de la Ley del 30 de abril de 1996)



Fuente: Elaborado en base a datos de YPFB, 2001.

Figura 3
Distribución de regalías por hidrocarburos nuevos en boca de pozo
(Después de la Ley del 30 de abril de 1996)



Fuente: Elaborado en base a datos de YPFB, 2001.

Figura 4

Los nuevos campos petroleros del departamento de Tarija

CMT	Camatindi (exploración)
SBL	Sábalo
MGT	Margarita
MDB	Madrejones
ITAU	Itaú
SAI	San Alberto

Fuente: Elaborado en base a mapas del Zonisig 2000.

Por otra parte, en el departamento de Tarija operan 10 empresas petroleras que cuentan con sus contratos de concesión para trabajos de exploración, explotación y transporte de hidrocarburos (ver Cuadro 3). Estas concesiones abarcan gran parte de los territorios de las provincias Gran Chaco, Arce y O'Connor.

Cuadro 3
Empresas petroleras, áreas de exploración y explotación en Tarija

Empresa	Bloque de exploración	Campo de explotación
Andina S.A.	Cambarí y Capirenda	
British Gas	Tarija Este	La Vertiente (Escondido La Vertiente, Tahiguati, sin producción) Los Suris
Chaco S.A.	Bermejo – Churumas Santa Rosa – Los Monos – Araña I, Santa Rosa – Los Monos – Araña II, Santa Rosa – Los Monos – Araña III y Vuelta Grande – San Roque	Caigua (sin producción) Los Monos (sin producción) Churumas (sin producción) V.G.-San Roque
Maxus	Caipipendi	Margarita
Petrobras	San Alberto, San Antonio	San Alberto Sábalo
Pluspetrol	Entre Ríos	Bermejo-Toro-Tigre-San Telmo
Repsol exp.	Pilcomayo	
Total Exploration	Tarija Oeste Beretí	
Vintage	Chaco (Chaco Norte, Chaco Centro, Chaco Sur)	Chaco Sur, Ñupuco.
Mat Petrol		Villa Montes

Fuente: En base a documentos de Prefectura Tarija y YPFB, 2001.

4.1. Ingresos económicos por la actividad hidrocarburífera en el departamento de Tarija

Los ingresos que ha percibido el departamento se han multiplicado de poco más de 75 mil dólares en 1971 a casi 15 millones el 2002 (ver Cuadro 4). Las proyecciones de ingresos para el año 2002 se sitúan entre 22 y 23 millones de dólares. Tarija ha percibido un ingreso global por venta de gas, durante 30 años —desde el año 1971 hasta el año 2001— de 191.856.927.- millones de dólares.

Cuadro 4
Ingresos por regalías en el departamento de Tarija

Gestiones	Ingresos $US	Observaciones
1971- 1979	75.885	
1974	2.679.517	Los mejores ingresos en elperiodo 1971 -1979
1980	2.965.871	Solo por venta de gas
1980	4.481.404	Incluye venta de petróleo
1999	3.640.904	Los más bajo de los últimos 20 años.
2000	7.550.280	Se duplican las regalías
2001	14.802.552	Se duplican en relación al año 2000.

Fuente: Informe público de la Prefectura de Tarija.

4.2. Actividad hidrocarburífera en la Serranía

La Serranía Aguaragüe en el departamento de Tarija involucra geográficamente a tres secciones de la provincia Gran Chaco: desde las cercanías de la ciudad de Yacuiba, por la parte sur, hasta la línea divisoria con el departamento de Chuquisaca, por la parte norte. La Serranía continúa (aunque ya no con el mismo nombre) por la provincia Cordillera del departamento de Santa Cruz, hasta los márgenes del río Grande. La distancia aproximada de norte a sur, tomando como eje la longitud de la Serranía, es de aproximadamente 150 Km. La diferencia altitudinal de la cima de la Serranía respecto de la llanura chaqueña es de aproximadamente 1.250 metros.

Toda el área de la Serranía se encuentra sometida a intensos trabajos de prospección, explotación, transporte y, por supuesto, está sometida también a los pasivos ambientales que emergen de los campos petroleros abandonados por YPFB.

Históricamente, la empresa que mayor actividad petrolera desarrolló en la Serranía fue la Standard Oil, que en el año 1926 poseía siete millones de hectáreas para su exploración; por el lapso de 10 años (entre 1926 y 1936), esta compañía trabajó activamente en los campos de Sanandita (1926), Camatindi (1927), Caigua (1931) y Los Monos (1950). Este último campo inicialmente fue desarrollado por la empresa Gleen Mc Carthy.

Otros campos importantes que se encuentran en el área, aunque no pertenecen al alineamiento estructural de la Serranía Aguaragüe, son los campos de Tahiguati (1980), San Roque (1981) y Villa Montes (1986). Estos campos fueron desarrollados por las empresa Tesoro Bolivia Petroleum Co., Chaco S.A. e YPFB, respectivamente. La mayoría de estos campos han sido productivos y continúan todavía almacenando considerables

cantidades de gas y condensado, algunos de ellos aún se encuentran en producción, como el campo San Roque y Villa Montes, mientras que los campos de Sanandita, Camatindi, Tahiguati, Caigua y Los Monos, han sido abandonados.

Actualmente, toda la Serranía ha sido entregada a concesiones petroleras, incluyendo las áreas situadas en sus inmediaciones: al sur, la concesión de San Alberto, con un campo de exploración de 40.832 hectáreas; en el lado oeste, el Bloque San Antonio, con un campo de exploración de 48.750 hectáreas (ambas operadas por Petrobras); al centro y norte de la Serranía, el Bloque de Chaco S.A., con un área de exploración de 57.690 hectáreas.

Como se hace evidente, los acontecimientos ocurridos en la actividad hidrocarburífera en Bolivia durante cerca de 100 años, han determinado cambios políticos y económicos de significativa importancia en la historia del país. Sin embargo, sólo a partir de 1995, cuando se promulgan los reglamentos de la Ley de Medio Ambiente, es que se toma en cuenta la importancia del aspecto medioambiental en este largo proceso. En el caso concreto del departamento de Tarija, debido a las políticas de concesión de campos hidrocarburíferos y a los atrayentes mercados de gas natural en los mercados internacionales, la exploración de hidrocarburos se ha intensificado hasta el punto de convertir al Chaco tarijeño en la región que guarda en su subsuelo el 85% de las reservas de gas natural a nivel nacional. Dicha situación ha generado grandes expectativas económicas para el departamento, basadas en el nivel de regalías que provienen del mercado de hidrocarburos y que llegan sólo a un 11% del 18% que recibe el Estado de las empresas petroleras, a quienes les corresponde el restante 82%.

CAPÍTULO DOS

Contaminación por actividad hidrocarburífera

Nadie puede negar la importancia de la carrera por el logro de mayores captaciones de reservas de hidrocarburos en el país y la búsqueda de mercados internacionales atractivos para esas reservas. Dicho proceso, sin embargo, debe tomar en cuenta el potencial de contaminación ambiental que ocasionan los hidrocarburos, ya sea por la propia actividad hidrocarburífera natural o por los trabajos petroleros para el aprovechamiento de recursos no renovables. Al mismo tiempo, para nadie es desconocido que la explotación de hidrocarburos representa una de las mayores preocupaciones a nivel mundial por el potencial impacto destructivo del ecosistema que dicha explotación conlleva. Por ello, diferentes instituciones y empresas actúan con diferentes medidas para disminuir los daños que se ocasiona al medio ambiente.

En nuestro país, son muy poco conocidos y difundidos los estudios ambientales en el sector hidrocarburos. Por ello, y porque en los últimos cinco años se han intensificado los trabajos de exploración petrolera en el departamento de Tarija con su respectivo potencial contaminante sobre la Serranía Aguaragüe, debe merecer atención un estudio como el que aquí se presenta, debido a que la región es vulnerable a los impactos ambientales por la fragilidad de sus ecosistemas y por la los efectos que pueden sufrir los niveles de biodiversidad. En este cuadro de complejidad de impactos, tiene gran importancia para los grupos humanos de la zona el ciclo del agua y su dinámica global.

1. Conceptualización de la contaminación e impacto ambiental

La contaminación ambiental es el cambio desfavorable de las características físicas, químicas o biológicas del aire, el agua o la tierra; dichos cambios son o podrían ser

perjudiciales para la vida humana, la flora, fauna y vegetación, como también para las condiciones de vivienda de la población (EPA, 1980)

Se define como impacto ambiental, *todo efecto que se manifieste en el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un espacio y tiempo determinados que pueden ser de carácter positivo o negativo*[1].

2. Impactos ambientales por la actividad hidrocarburífera

Las fases de las actividades hidrocarburíferas de una empresa petrolera (ver Cuadro 5) se resumen de la siguiente manera:

- Prospección sísmica o exploración;
- Perforación explorativa;
- Producción, transporte y procesamiento;
- Cierre y abandono.

Cuadro 5
Características y grados de impacto de las fases de la actividad hidrocarburífera

Fases o etapas	Características de la fase	Grado de impacto en los componentes del medio ambiente
Prospección o exploración sísmica	Consiste en el estudio geológico en forma reticular con apertura de brechas y empleo de explosiones a distintas profundidades y cargas de explosivos variables, los cuales están conectados a sensores de ondas que almacenan la información sobre las probabilidades de existencia de yacimientos petroleros.	Impactos sobre la flora, suelo, fauna silvestre, aguas superficiales y subterráneas y población circundante. Los impactos son considerados de bajos a moderados, y de acuerdo al manejo pueden ser mitigables, recuperables y/o temporales.

(Continúa en la siguiente página)

[1] De acuerdo a la Ley 1333 de Medio Ambiente de Bolivia.

Cuadro 5 *(Continuación)*
Características y grados de impacto de las fases de la actividad hidrocarburífera

Fases o etapas	Características de la fase	Grado de impacto en los componentes del medio ambiente
Perforación explorativa	Consiste en la perforación de pozos expioratorios a distintas profundidades en un soio lugar o en varios.	Impactos sobre las aguas superficiales, fuentes de agua, suelos, sistemas de producción agrícola y ganadera , y eventualmente sobre la salud y formas de vida de la población circundante. Estos impactos son considerados de moderados a graves en caso de producirse descontroles en los pozos o mal manejo de los lodos y materiales utilizados en la perforación. Los impactos de esta fase pueden ser mitigables si su manejo es adecuado, y altamente riesgoso en el tiempo si se dejan elementos sin control.
Producción, transporte y procesamiento	Esta fase implica la explotación y extracción del producto; muchas veces, esta fase exige la implementación de plantas de procesamiento de gas o plantas de refinamiento que pueden situarse en la misma área o en un lugar más alejado, lo cual obliga la construcción o tendido de ductos para el transporte de los productos.	Impactos sobre las aguas superficiales subterráneas, fuentes de agua, suelos, sistemas de producción agrícola y ganadera, y sobre la salud y formas de vida de la población del área de influencia. Estos impactos son considerados de altos a muy graves en caso de producirse descontroles en los pozos o mal manejo de los lodos, roturas de los ductos, derrames de productos y materiales utilizados en la perforación, así como riesgos de accidentes de incendios y contaminación. Los impactos producidos en esta fase normalmente son irreversibles y demandan mucho tiempo para una eventual recuperación de las condiciones originales; los riesgos son altos y pueden ser acumulativos en el tiempo.
Cierre y abandono	Cuando se posterga la producción de un pozo o cuando es concluida la extracción del producto y se procede al cierre del pozo y el abandono de la zona.	Esta fase, dependiendo del manejo técnico de la empresa, puede considerarse de alto riesgo cuando los planes de abandono no han sido bien concebidos y aplicados; pueden ser seguros y hasta ambientalmente recuperables y mitigables cuando estos planes han sido adecuadamente aplicados y monitoreados.

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía revisada.

2.1. Principales fuentes contaminantes por la actividad petrolera

Entre las principales fuentes contaminantes de la actividad petrolera potenciales de afectar al aire, agua y suelo se encuentran las siguientes:

- Petróleo crudo de los derrames, goteo y petróleo contenido en los fluidos de desecho.
- Aguas de formación (aguas naturales de depósitos sedimentarios petroleros) provenientes de las estaciones de separación, de los tanques de lavado, del proceso de estabilización, de las rupturas de líneas de flujo y del oleoducto, sumideros y drenajes.
- Fluidos de reacondicionamiento de los pozos: aguas de control del pozo, cemento, aditivos químicos, petróleo, agua de formación y derivados del petróleo.
- Fluidos y ripios de perforación: aditivos químicos, cemento, minerales, agua de formación y petróleo.
- Fluidos de pruebas de producción: petróleo, agua de formación, gas natural, aditivos químicos, anticorrosivos y biocidas.
- Aguas de escorrentía: sólidos en suspensión, aceites y grasas.
- Desechos, productos de la combustión de petróleo y sus derivados, y emanaciones de compuestos volátiles.
- Aguas negras: en algunos casos, aguas residuales domésticas de campamentos petroleros (Martínez, 1997).

2.2. Principales impactos ambientales por la actividad petrolera

Los impactos y consecuencias ambientales en las diferentes fases de las actividades petroleras pueden tener los siguientes efectos:

- Apertura de caminos de 1,2 a 2 metros de ancho, con líneas de un recorrido que oscilan entre los 10 y 30 Km; totalizando una longitud de 1.000 Km. de sendas o brechas en el caso de la exploración sísmica 2D. En el caso de la sísmica 3D, los trabajos son mas extensivos y totalizan una longitud de 4.500 Km de sendas.
- Perforación de pozos de con un promedio de 10 metros de profundidad cada 50 metros entre sí. En el caso de la aplicación de la sísmica 3D se emplea, como promedio, una profundidad de 30 metros a distancias de 260 metros entre pozos.

- Destrucción de la estructura y textura del suelo por las detonaciones de carga explosiva de varios kilos por pozo que normalmente oscilan desde 2 a 4 kilogramos según la profundidad del pozo.
- Deforestación cualitativa de bosques.
- Construcción de helipuertos y zonas de descarga a lo largo de todo el recorrido de las sendas; cada 500 metros se deforestan y compactan 900 m^2 de superficie (en el proyecto de exploración del Bloque Sécure, por ejemplo, se requirió la construcción de 200 helipuertos y zonas de descarga, la mayoría en el interior del bosque tropical primario).
- Las actividades de prospección sísmica pueden producir impactos en el suelo debido a la eliminación de la cobertura vegetal del suelo; el establecimiento de líneas sísmicas en las laderas con fuertes pendientes (o cruzando ríos) y la instalación de campamentos y helipuertos en las márgenes de los ríos generan procesos de compactación, erosión y pérdida de fertilidad.
- Los cultivos que son irrigados por pequeños cursos de agua se contaminan y sus suelos dejan de ser productivos.
- Bajos rendimientos de las fincas a partir de la apertura de pozos petroleros por parte de las empresas.
- Contaminación del suelo debido a que los remanentes sólidos de los ripios o recortes de perforación extraídos de profundas capas sedimentarias son depositados en piscinas; cuando éstas se clausuran, los ripios son enterrados provocando la señalada contaminación (Gavaldá, 1999).

Generalmente, los contaminantes son sustancias orgánicas y metales pesados, muy pocas veces son biológicos. Los contaminantes orgánicos son hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) que se consideran los mas tóxicos junto con los monoaromáticos (benzeno y sus derivados tolueno y xileno). Los HAPs incluyen al naftaleno, antraceno, fenantreno, pireno y otros. Los hidrocarburos alifáticos son los alquilbencenos, bifenilos y otros (Stephenson y Labunska, 1998). Los metales pesados son: cadmio, arsénico, plomo, mercurio y otros metales como el antimonio, bario, cobalto, cobre, manganeso, molibdeno, selenio, plata, talio, titanio, estaño y vanadio que pueden estar presentes en el crudo por el uso de aditivos en la etapa de perforación del pozo (Jocknik C., 1997).

3. Caracterización de la contaminación de aguas

La contaminación del agua es la acción y el efecto de introducir sustancias o inducir condiciones que de modo directo o indirecto impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica. La contaminación de los ríos y de acuíferos tienen su origen por las siguientes acciones:

- Precipitación atmosférica (aguas pluviales, lluvias).
- Escorrentía agrícola (aguas arrastradas de terrenos irrigados).
- Escorrentía superficial de zonas urbanizadas (aguas arrastradas de centros urbanos).
- Vertidos de aguas procedentes del uso doméstico (aguas residuales domésticas).
- Descarga de vertidos industriales (aguas de procesos tecnológicos).

Aunque existen varias clasificaciones para establecer la contaminación de las aguas, con fines de mejor interpretación en el estudio sólo describiremos aquellas de influencia o posible de impacto en el área de estudio:

- **Aguas pluviales:** son aguas de la escorrentía superficial provocada por las lluvias; las cargas contaminantes se incorporan al agua al atravesar la atmósfera y por el lavado de superficies y terrenos.
- **Aguas industriales:** son aguas procedentes de actividades industriales (hidrocarburos, petroquímica, agrícola, forestal, etcétera) que se generan en sus diferentes procesos (Hernández et al., 1995).

3.1. Efectos generales de la contaminación del agua

La contaminación del agua es uno de los factores importantes que rompe la armonía entre el hombre y su medio ambiente tanto a corto, medio, y largo plazo, por lo que la prevención y lucha contra la contaminación constituye una necesidad prioritaria (ver Cuadro 5).

Cuadro 5
Efectos de importancia de los distintos tipos de contaminación

Principales categorías de contaminación		Categorías generales de efectos causados			
		Daños a los recursos vivientes (en y del agua)	Peligros para la salud humana	Impedimentos para riego e industria	Reducción de áreas paisajísticas
Aguas negras (incluyendo aguas de producción de alimentos)	Microbiana directa		XX		X
	Microbiana indirecta (multiplicación)		XX	X	
	Eutrificación, procesos afines (disminución de oxígeno del agua)	XX	X	X	XX
Aguas industriales	Metales pesados	X	XX	X	
	Petroquímicos		XX	X	X
	Aceites	X		X	X
Aguas agrícolas	Abonos	X	XX		
	Pesticidas, plaguicidas	X	XX		

X: Categoría general de efectos más frecuentes asociados con esta clase de contaminación.
XX: La categoría de mayor efecto de la contaminación.
Fuente: En base a Hernández, 1995.

3.2. Impactos en el agua por actividad hidrocarburífera

La actividad hidrocarburífera impacta directamente a los acuíferos y al agua superficial por las siguientes causas:

- Por la contaminación mediante los desechos que genera los trabajos petroleros.
- Mediante el rebalse de afluentes de piscinas de desechos.
- Por la mala disposición de las aguas de formación.
- Por los goteos de derrames petroleros o escapes de gases en contacto con el agua.
- Por los afloramientos naturales de hidrocarburos (por grietas de alineamientos geológicos)

Los efectos secundarios que ocasionan las aguas contaminadas son de diversa naturaleza: perjudican la actividad agrícola, tanto desde el punto de vista del suelo como de la salud humana; ocasiona daños a la flora, fauna y, en general, a la ecología.

4. Impactos en la población por actividades hidrocarburíferas

Los efectos de la exploración y explotación de hidrocarburos en la población son aquellos que impactan en los atributos ambientales referidos a factores como el aire, agua, suelo, el nivel de ruido, la ecología y el entorno socioeconómico y cultural. Según sean las características de los atributos afectados, estos efectos pueden ser positivos o negativos. Otros impactos sobre las poblaciones locales son aquellos directamente vinculados a la salud y formas de vida que provocan alteraciones de tipo físico, biológico y psíquico. Los problemas de salud ambiental relacionados con el desarrollo de complejos petroquímicos tienen componentes ligados con la contaminación tanto del aire como del agua, así como la disposición de desperdicios peligrosos. A continuación se puntualizan los efectos de la contaminación de los componentes ambientales que tienen impactos en la salud de los pobladores:

- La contaminación del aire causa el deterioro general del funcionamiento de los pulmones y la irritación de los ojos.
- La contaminación por ruido causa pérdidas parciales o totales de la audición.
- La contaminación de las aguas produce el incremento en la transmisión de aquellas enfermedades en las que el vehículo de diseminación es precisamente el agua o por los efectos directos de contaminación tales como las intoxicaciones.
- La contaminación de aguas por hidrocarburos, si éstas son consumidas, puede producir daños al sistema nervioso, al riñón y al hígado.
- La contaminación de los suelos aumenta la transmisión de enfermedades por agentes asociados con el suelo, traducidos en intoxicaciones y contaminación en la cadena de los alimentos.
- La exposición ocupacional a sustancias tóxicas producen intoxicaciones.

Otros impactos en la salud que causa la contaminación de uno o varios factores ambientales se traducen en el aumento de enfermedades transmisibles, hacinamiento, cambios en el estilo de vida y trastornos sociales y psicológicos.

5. Contaminación por actividad hidrocarburífera en Bolivia: denuncias y estudios

- En Santa Cruz, en la zona de Cuchiri (1999), ocurrieron impactos contaminantes provocados por el derrame de petróleo; las familias afectadas se organizaron para presentar sus reclamos a las autoridades pertinentes y realizaron acciones legales contra la empresa Transredes; las autoridades establecieron una multa de dos mil dólares que la empresa no quiso pagar aduciendo falta de pruebas y testigos (Céspedes,1999).

- En el trópico cochabambino operan varias empresas petroleras que han desarrollado trabajos de prospección, exploración, explotación, transporte y otros. Según especialistas y organizaciones ambientalistas, estas actividades han causado serios impactos en la ecología y las poblaciones asentadas en la región (Gavaldá, 1999).

  La Organización No Gubernamental ADRENA de Cochabamba, a través de un reporte de Moisés Pérez, denunció a las empresas YPFB y Chaco S.A. como causantes de impactos ambientales negativos sobre el agua, flora, fauna, suelos y la salud humana por actividades de prospección sísmica, perforación y producción en la localidad de Entre Ríos, Cochabamba. El daño se inició en los campos Carrasco (1991) y Katari (1992), aunque según fuentes ambientalistas la contaminación en esta región data de los años 70. Luego de varias acciones de presión por parte de los campesinos de base, organizaciones sindicales, comités cívicos y otros organismos ambientales, se han llegado a algunos acuerdos, sin embargo, el daño continúa.

- Otro conflicto ambiental en el trópico cochabambino ocurrió en el fundo universitario de Sacta, donde se reportaron daños ambientales sobre los bosques, agua, suelos, flora y fauna, ocasionados por las actividades de exploración sísmica 3D con alta densidad de líneas sísmicas en los campos Surubí y Paloma. El programa abarcaba una extensión de 33.300 hectáreas, de los cuales 3.500 son de propiedad de la Universidad Mayor de San Simón. A pesar de que en el área no se llevaron a cabo actividades de exploración sísmica, los daños ambientales se produjeron por los permanentes rebalses de lodos de las fosas de almacenamiento del pozo Surubí, en el Bloque Mamoré a cargo de la empresa Maxus.

- La empresa Repsol ha causado serios daños ambientales en la agricultura, bosques, fauna y salud de la población local por actividades de exploración petrolera en el Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro Sécure (TIPNIS), ubicado en el Chapare cochabambino y en la provincia Moxos del departamento del Beni. La empresa citada desarrolló un total de 1.500 kilómetros de apertura de líneas sísmicas en dos fases, la mayoría de ellas dentro del Parque. Paralelamente, se han denunciado otros daños causados en la mima región y por la misma empresa por la perforación del pozo exploratorio de Villa Tunari cuyos crudos y lodos fueron vertidos al río San Mateo. Asimismo, se denunciaron incumplimientos del plan de recuperación y restauración de las deforestaciones causadas en el río Isinuta.
- El estudio denominado "Problemática socioambiental del gasoducto Bolivia-Brasil, la experiencia boliviana", analizó el impacto causado por el mencionado gasoducto cuya construcción se inició en mayo de 1998 y cuyo diseño atraviesa el Pantanal boliviano. Los resultados de ese estudio señalan la insuficiente difusión y participación pública del proyecto, el mal cumplimiento y/o falta de complementación del Plan de Manejo Ambiental, así como deficiencias en el monitoreo ambiental. El estudio observó, además, la existencia de problemas ocasionados por impactos negativos al medio ambiente, problemas socioeconómicos y culturales en las regiones donde se implementó el gasoducto.

  Basándose en esta problemática, PROBIOMA planteó que la administración de los recursos destinados a paliar el impacto de las actividades hidrocarburíferas en el medio ambiente pase a manos de las organizaciones locales y promovió la organización del primer Comité de Fiscalización integrado por representantes locales para que participen en las tareas de monitoreo, fiscalización y evaluación de programas sociales y ambientales que forman parte del Plan de Manejo Ambiental (PMA) y del Plan de Desarrollo de Pueblos Indígenas (PDPI) de la región. El mencionado Comité estableció que los impactos sociales, ambientales y económicos no tienen precio, rechazó la compensación económica que entregan las empresas petrolera y planteó el pago por el usufructo del territorio.

  El Comité de Fiscalización promovido por PROBIOMA organizó medidas de presión para hacer cumplir sus demandas y logró el aumento del presupuesto del plan de compensación inicial que contemplaba el proyecto. La organización

satisfizo parte de sus demandas y a septiembre del 2000 —fecha de edición del presente estudio— todavía mantiene demandas pendientes (Suárez *et al.*, 2000).

Otros casos de contaminación de importancia

- **Contaminación de la cuenca del Desaguadero:** En Oruro (enero del año 2000) se produjo la contaminación de la cuenca del Desaguadero por el derrame de 20.000 barriles de petróleo, ocasionado por la rotura de un oleoducto a cargo de la empresa Transredes. Ante tal situación, se realizó una auditoria ambiental a cargo de ENSR, cuya revisión fue realizada por el denominado Comité Multiministerial, creado después del derrame y conformado por la Dirección de Impacto Ambiental del Ministerio de Desarrollo Sostenible, los ministerios de Agricultura y Salud, el Viceministerio de Energía e Hidrocarburos, las prefecturas de La Paz y Oruro y la Liga del Medio Ambiente que trabaja con 27 organismos No Gubernamentales (ONG).

  Los resultados de este trabajo determinaron un resarcimiento de daños a los pobladores de la zona de alrededor de 3.7 millones de dólares, un monto de compensación al sector público de cerca de 2.2 millones de dólares y una multa de 1.9 millones de dólares por el derrame. La auditoria también determinó acciones para mitigar el daño al medio ambiente. La autoridad nacional competente emitió su dictamen después de un año y medio de ocurrido el derrame de petróleo (Energy Press, 30 al 5 de agosto, 27 al 2 de septiembre). Realizada la auditoría, Transredes deberá presentar su plan de mitigación a ser aprobado por la instancia ambiental. Hasta la fecha no se tiene datos de la referida auditoria.

- **Pasivos ambientales:** Respecto de los pozos abandonados, el Estado boliviano, por cuenta de YPFB, reconocerá a favor de la empresa CLHB todos los costos que permitan remediar los pasivos ambientales identificados hasta la fecha de cierre de operaciones. El monto será determinado por un estudio de Auditoría Ambiental de Fase II, cuya contratación será opcional y a cargo de CLHB, sobre la base de los siguientes procedimientos: del monto de adjudicación, el Ministerio del ramo y YPFB destinarán la suma de 1,5 millones de dólares a un fondo de fideicomiso, monto que será utilizado para el pago de los costos que requiera el proceso de recuperación de los pasivos ambientales.

Pozo descontrolado en Madrejones (Gran Chaco): Uno de los casos alarmantes ocurridos recientemente es el referido a la quema descontrolada de hidrocarburos en el pozo Madrejones X-1000 a cargo de la empresa Pluspetrol. Hasta la fecha todavía no se conocen los datos oficiales sobre la cantidad de hidrocarburos quemados y los daños ambientales ocasionados (*El País*, 20, marzo, 2001).

CAPÍTULO TRES

Caracterización de la zona de estudio

1. Ubicación de la zona de estudio

La zona en la que se localiza el presente estudio se encuentra al Este de la ciudad de Tarija y comprende aquellas regiones de influencia de la Serranía que es parte, a su vez, de la Tercera Sección de la provincia Gran Chaco del municipio de Villa Montes. La zona de estudio incorpora, además, una pequeña parte del departamento de Chuquisaca situada en la provincia Luis Calvo.

Si se toma como referencia de ubicación la ciudad de Villa Montes, la zona de estudio está delimitada, al Norte, por la comunidad de Camatindi (ubicada en el departamento de Chuquisaca y tomada en cuenta por su cercanía e influencia con Villa Montes); al Sudeste, por la comunidad de San Antonio; al Oeste, por los pozos Sábalo; y al Este, por los campos Suris y La Vertiente. La longitud aproximada de la Serranía es de aproximadamente 62 kilómetros; la altura máxima de la zona de estudio corresponde a la cima de la Serranía, situada a 1.600 metros sobre el nivel del mar; la altura promedio de la llanura chaqueña es de aproximadamente 340 metros sobre el nivel del mar.

2. Definición y delimitación de la zona de estudio

La zona de estudio (ver Figura 5) fue identificada en base a los acontecimientos sociales y ambientales provocados por la actividad hidrocarburífera en el río Caigua (hace 25 años), en la quebrada Los Monos (entre 1998 y 2000) y en el río Ipa (1997).

Los acontecimientos mencionados generaron constantes reclamos y denuncias de los pobladores de la región, primero por los problemas ambientales causados por las estructuras abandonadas de YPFB —conocidas como "pasivos ambientales"

(derrames de lodo petrolero y emanaciones de gas y petróleo)—, y también por las actividades hidrocarburíferas realizadas por las empresas petroleras que operan actualmente en la zona.

Además de esos antecedentes, para la delimitación de la zona de estudio se tomó en cuenta la identificación preliminar de la actividad hidrocarburífera en la Serranía (las mayores concesiones petroleras de los últimos años se encuentran en esta zona), los pasivos ambientales que dejó YPFB, las comunidades con actividad agrícola en el pie de monte y la permanente necesidad de agua en Villa Montes.

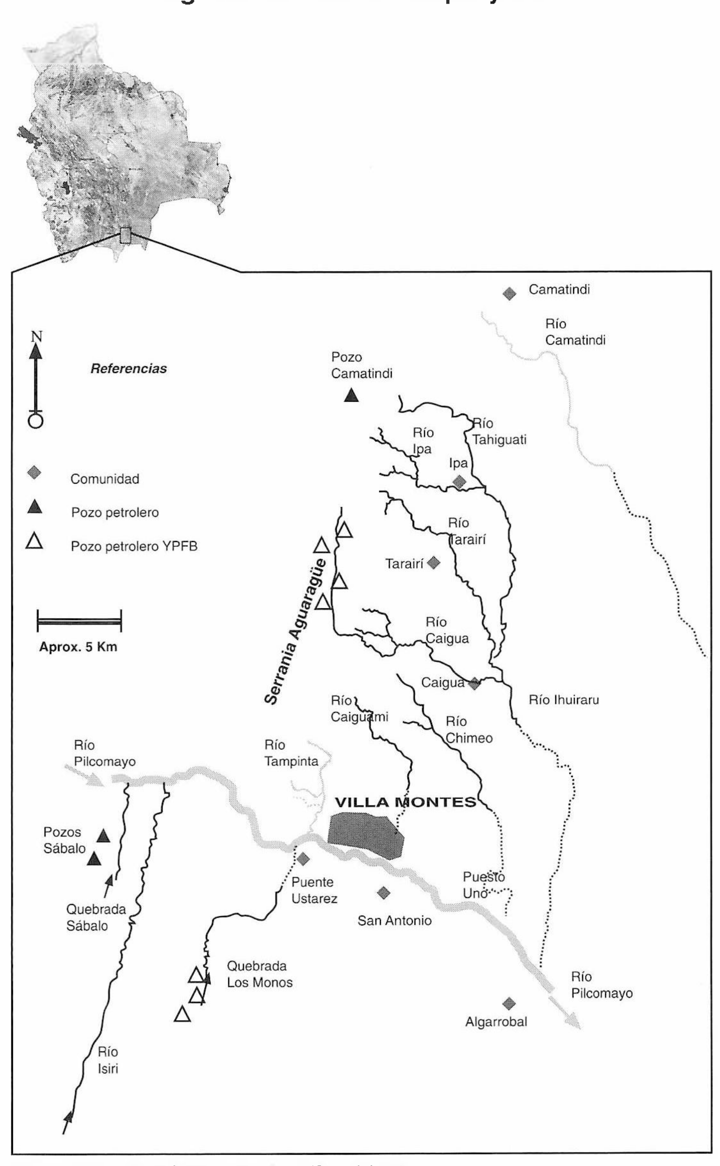
Bajo esos criterios, se definieron como áreas puntuales de estudio la quebrada Los Monos y los ríos Caigua e Ipa, debido a que las denuncias realizadas por los pobladores mencionaban problemas ambientales suscitados en estas zonas. Por ello, en dichas zonas se realizaron diversos análisis de aguas y entrevistas a pobladores de las comunidades afectadas.

Otro importante aspecto que se consideró para la delimitación de la zona de estudio es el referido a los trabajos petroleros extensivos desarrollados en la quebrada Sábalo, afluente del río Pilcomayo, en donde opera la empresa Petrobras, propietaria de los pozos Sábalo situados en la parte inferior de la Serranía Aguaragüe, en lado Oeste, en los cuales se pronostica un nivel de reservas de gas superior a los existentes en el campo San Alberto.

A todas las consideraciones señaladas, y con el propósito de ofrecer un panorama más amplio sobre las fuentes de agua de la región y su relación con los usos de la población y la actividad hidrocarburífera, se añadieron las siguientes fuentes de agua:

- Ríos Camatindi, Tahiguati, Tarairí y Tampinta situados en la margen Este de la Serranía;
- Río Pilcomayo en tres lugares: 1) Sábalo; 2) Puente Ustarez; y 3) Puesto Uno.
- Aguas referenciales: agua de pozo de Algarrobal; agua de grifo de San Antonio y Villa Montes; y aguas de escurrimiento de suelos en biotratamiento del pozo Camatindi X-1000 de la petrolera Chaco S.A.

Figura 5
Lugares de estudio del proyecto



Fuente: Elaborado en base a cartas geográficas del IGM.

3. Características medio ambientales generales de la zona de estudio

3.1. Topografía

La zona del estudio pertenece a la estructura Llanura Chaco-beniana que abarca una gran extensión de terreno entre el escudo brasileño (al Este) y la faja subandina (al Oeste). Esta estructura forma parte, a su vez, de una unidad geotectónica mayor que se extiende entre el bloque andino y el escudo brasileño.

La zona de estudio está conformada por microcuencas que tienen relieves muy variados, con declives y pendientes elevadas en la Serranía. La velocidad del agua en la zona es también alta y, por tanto, su capacidad de erosión y volumen de arrastre de partículas es considerable.

Las pendientes ligeramente inclinadas (3 a 7%) y la forma del terreno ligeramente ondulado corresponden a las partes más bajas de la Serranía, mientras que el pie de monte tiene pendientes moderadamente inclinadas (7 a 12%), con formas de terreno moderadamente onduladas.

Las partes altas de la Serranía se caracterizan por presentar pendientes (50 a 75%) y formas de terreno catalogados como escarpados. En la cumbre y zonas inaccesibles de la serranía que presentan pendientes por encima de los 75% y formas de terreno catalogados como muy escarpados.

3.2. Condiciones climáticas

Existen dos zonas climáticamente predominantes en el área involucrada en el estudio: la de la propia Serranía y la de la zona pedemontana. Las condiciones climáticas en estas muestran algunas diferencias (ver Cuadro 6).

Temperaturas

El Chaco boliviano se encuentra sometido a frecuentes intercambios de masas de aire tropical y polar debido a que su situación geográfica se encuentra una gran parte del año bajo la influencia del sistema de alta presión del Atlántico sur. Por ese motivo, los vientos que provienen del norte o noreste son cálidos y secos, provocando ocasionalmente temperaturas superiores a los 40 °C, incluso en los meses frescos de agosto y septiembre. En época de invierno, las temperaturas pueden bajar hasta menos 5 a menos 7 grados centígrados en las noches. Dicho fenómeno es causado por el ingreso de

periodos cortos con los conocidos "surazos" (vientos fríos y húmedos). En estas condiciones, la temperatura promedio en Villa Montes es de 23.2 grados centígrados.

Precipitaciones

Existen dos periodos claramante marcados respecto de las precipitaciones en la zona de estudio: el periodo húmedo empieza en los meses de noviembre o diciembre y concluye en los meses de marzo o abril, con precipitaciones aisladas, poco intensas y de corta duración. Los meses de mayo a octubre marcan la época seca y se caracterixa por la presencia de tormentas de viento sin lluvias. De acuerdo a los datos recogidos por el estudio en la zona de Villa Montes, las precipitaciones ocurridas en un año normal sobrepasan los 1000 mm. Estos datos indican que el área de la Serranía Aguaragüe recibe un buen aporte hídrico vertical procedente de las lluvias, lo que reafirma su condición de una fuente permanente de agua.

Vientos

Normalmente los vientos más fuertes se presentan en los meses de agosto y septiembre, generalmente en la época lluviosa. Las precipitaciones llegan precedidas por vientos fuertes, y éstos pueden alcanzar velocidades de hasta 40 kilómetros por hora en la época invernal, época en la que se producen los famosos surazos. Los vientos normales llegan a desarrollar velocidades de 6 a 12 kilómetros por hora que no causan daño alguno a la población, ganado y cultivos. La dirección predominante de los vientos es de sur a norte y viceversa, aunque como se ha señalado, existen los surazos que tienen dirección de sudeste al noroeste.

Otros fenómenos meteorológicos

En este acápite se debe mencionar a la humedad relativa que varia ligeramente de una zona a otra. En la zona de Villa Montes los valores son más bajos y se sitúan alrededor del 60 por ciento de humedad relativa. Otros fenómenos que vale la pena mencionar son los referidos a la radiación y evapotranspiración que son muy altas e incluso sobrepasan los aportes de las lluvias sobre todo en la parte oriental de la Serranía, es decir en la planicie chaqueña.

Cuadro 6
Resumen de datos climatológicos
Estación de Villa Montes (aeropuerto)
Periodo de análisis: 1994-2000

Lat. Sud: 21°15'09"
Long. Oeste: 63°24'30"
Altura (msnm): 435

Parámetros	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual	Nº años
Precipitación (mm)	103,50	109,90	134,20	72,40	30,20	6,50	2,80	3,00	7,60	36,40	81,40	113,00	703,50	6
Humedad Relativa %	67,80	69,40	79,20	79,80	78,60	76,20	68,40	60,30	53,10	55,00	61,90	63,00	67,30	3
Temp. Media (ºC)	27,50	26,50	24,90	21,90	20,00	17,50	16,90	19,80	23,40	25,70	26,20	27,20	23,20	5
Temp. Max (ºC)	34,60	33,20	31,00	27,80	26,20	25,00	25,70	29,20	32,70	33,80	33,60	34,60	30,60	6
Temp. Max extrema (ºC)	43,00	41,80	39,50	39,00	37,00	39,00	39,80	42,40	46,20	45,30	45,20	43,80	46,20	7
Temp. Min (ºC)	20,30	19,90	18,70	16,00	13,80	10,10	8,20	10,40	14,10	17,70	18,70	19,90	15,60	6
Temp. Min extrema (ºC)	13,80	12,00	12,00	3,50	2,00	-7,00	-7,00	-4,70	-1,00	7,30	8,50	10,70	-7,00	7

Fuente: P. Van der Grinten, Boletín Climatológico.proyecto AUTAPO, Abril 2001. AASANA Villa Montes.

3.3. Hidrología y recursos hídricos de la Serranía

3.3.1. Fuentes y usos de los recursos hídricos

La Serranía tiene importancia como reguladora del régimen hídrico y como fuente de agua en el Chaco. A pesar de las temperaturas elevadas y de la escasez de agua, son varias las vertientes y quebradas que bajan de la Serranía. Dichas vertientes y quebradas son determinantes en la vida de las poblaciones que habitan al pie de monte. Esas poblaciones utilizan esas aguas para consumo humano, consumo animal y riego.

3.3.2. Hidrología

Desde el punto de vista geográfico, la Serranía se constituye en la línea divisoria de las aguas de las subcuencas del río Pilcomayo y el río Bermejo. El río Pilcomayo pasa por el municipio de Villa Montes, motivo por el que uno de sus tramos forma parte del estudio.

Subcuenca del Pilcomayo

El río Pilcomayo pertenece a la gran Cuenca del Plata y cruza el cinturón rocoso de la Serranía de noroeste a sudeste, en la zona de Villa Montes. Este cruce recibe el nombre de "El Angosto". La subcuenca hidrográfica del Pilcomayo abarca parte de los departamentos de Potosí, Chuquisaca y Tarija. La longitud de su curso principal es de 470 kilómetros, con una dirección predominante que sigue de oeste a este, en el tramo superior, y de noroeste a sudeste, en el tramo medio e inferior.

Los afluentes más importantes de esta subcuenca son el río Pilaya en el departamento de Tarija, el río Pampa Rancho en el departamento de Chuquisaca, el río Aguas Calientes en el departamento de Potosí, y el río Thola Palca en el departamento de Oruro.

El río Pilcomayo es el principal colector de aguas de la Serranía Aguaragüe. La microcuenca de Isiri y otras de la provincia O'Connor también cumplen esa función. De todas maneras, el Pilcomayo recolecta todas las aguas provenientes de la Serranía de la parte este, aunque en la época seca muchas de las microcuencas no llegan con sus aguas hasta el río, sino que se sumergen en su curso.

El régimen hidrológico del Pilcomayo es bastante irregular. Algunos valores anuales conocidos muestran que el caudal anual en Villa Montes puede ser tres veces mayor en los años húmedos que en los años secos (ver Cuadro 7).

La hidrología del río Pilcomayo, en su curso hasta Villa Montes, ha sido anteriormente estudiada por varias instituciones con fines de utilización de riego, calidad de aguas, determinación de caudales, niveles de sedimentación y aprovechamiento hidroeléctrico.

Cuadro 7
Caudales medios del río Pilcomayo en la zona de Villa Montes
(m^3/seg)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media
Med.	33	82	198	427	676	461	228	93	59	42	32	34	197
Max.	95	256	368	1069	1209	900	621	175	127	83	57	60	313
Min.	9	16	61	285	285	135	80	45	33	19	12	8	105

Promedio de caudales de los años 1941 a 1975
Fuente: PROVISA 1992

La oferta hídrica del río Pilcomayo, en la localidad de Villa Montes, llega a un caudal medio anual de 197 m3/seg., y el volumen medio anual alcanza a 6.000 millones de m3. Los registros mínimos en la misma localidad son de 8 a 9 m3/seg, ocurridos en los meses de septiembre y octubre. El arrastre de la sedimentación por el río desde las partes altas de la subcuenca llegan a los 84 millones de toneladas por año, como promedio (Cárdenas A., 1998).

3.3.3. Características de las microcuencas de la zona de estudio

Las fuentes hídricas más importantes del área de estudio se encuentran distribuidas en las microcuencas situadas en la parte este de la Serranía y comprenden los siguientes sectores: Tampinta-Caiguami-Chimeo-Caigua-Igüembe-Tarairí-Ipa-Camatindi.

La mayoría de los cursos de agua de las microcuencas nacen en la Serranía Aguaragüe, siguen su curso de oeste a este, surcan la zona del pie de monte y terminan infiltrándose pocos kilómetros más allá. En su trayecto, el agua proveniente de estas microcuencas es aprovechada al máximo por los habitantes tanto en el consumo humano y ganadero como en el microriego. Solamente en temporadas de lluvias estos cursos de agua llegan al río Pilcomayo.

Es importante señalar que el número total de fuentes de agua y comunidades de influencia del municipio de Villa Montes es mucho mayor que las tomadas en cuenta

en el estudio, y por eso vale la pena conocerlas (ver Cuadro 8), como es igualmente importante ofrecer un resumen de datos dispersos del caudal de los cursos de agua de la zona de estudio y el marco referencial acerca de la cantidad de agua en la zona de estudio en años anteriores (Cuadro 9 y Cuadro 10).

Cuadro 8
Fuentes hidrológicas del municipio de Villa Montes

Comunidad	Nombre fuente hídrica	Afluente (flujo contribuyente)
Tahiguatimi	Río Tahiguati	
	Quebrada Zanja Onda	Afluente de Tahiguati
Ipa	Quebrada La Lima	Afluente de Ipa
	Río Ipa	
Tarairí	Río Tarairí	
	Quebrada Agua bendita	Afluente de Tarairí
	Quebrada Tarairimí	
Lagunitas	Quebrada Iguembe	
Caigua	Río Caigua	
	Quebrada El Platanal	Afluente de río Caigua
Chimeo	Quebrada Agua rica	
	Quebrada Agua salada	
	Río Caiguamí	
	Quebrada Tacuatindi	
La Central o Puente Ustares	Río Tampinta	
	Quebrada Agua fría	Afluente del río Tampinta
	Quebrada Los Monos	Afluente del río Pilcomayo
	Quebrada Limitas	Afluente de Los Monos
	Quebrada El Pibe	Afluente del río Pilcomayo
	Quebrada El Chorrito	Afluente del río Pilcomayo
	Quebrada Pirapo	Afluente del río Pilcomayo
Tucainti	Qda Capipendi	
	Quebrada Tucainti	Afluente de Caipipendi
	RíoTarairi	Afluente de Caipipendi
	Quebrada Huajchiri	Afluente de Caipipendi
	Quebrada Pirai	Afluente de Caipipendi
	Quebrada Iguembe	Afluente de Caipipendi

Fuente: En base a diagnóstico de fuentes de agua en el PN y ANMI de la Serranía Aguaragüe. (PROMETA, 2000).

Cuadro 9
Caudal de los cauces hidrológicos de la zona de estudio
(litros/segundo [l/s])

Nombre	Caudal (l/s)	Caudal (l/s)	Caudal (l/s)	Caudal (l/s)	Caudal (l/s)	Caudal (l/s)	Caudal (l/s)
Fuente hídrica	10/07/1987	29/04/1997	08/08/2000	06/10/2000	08/08/2000	10/08/2000	16/09/2000
Río Camatindi	138						
Río Tahiguati	115		68,6				
Quebrada La Lima (afuente de Qda Ipa)				50			
Río Ipa (antes de union con Qda. La lima)				20			
Río Ipa (Toma de Riego)	77	161					
Río Tarairí	135	164		65			30
Río Caigua					99		
Río Tampinta						51,8	
Quebrada Agua Fría (afuente de río Tampinta)						6	
Quebrada Los Monos						25,8	

Fuente: Elaborado en base a resúmenes de aforos. Diagnóstico de fuentes de agua en el Parque Nal y ANMI de la Serranía del Aguaragüe PROMETA, Nov. 2000

Cuadro 10
Aguas de riego en comunidades al pie de la Serranía

Sistema	Número de usuarios	Área regada (hectáreas)		Caudal en Toma /época	
		Invierno	Verano	Invierno (l/s)	Verano (l/s)
Caigua	70	50	247	40	25
Ipa	22	5	40	34,1	25
Tarairí	60	5	30	20,2	15

Fuente: Inventario de sistemas de riego del departamento de Tarija. PRONAR. 2000.

3.3.4. Calidad de aguas

Aguas de riego

La calidad de aguas de riego en el departamento de Tarija —incluidas las aguas de la Provincia Gran Chaco—, sobre muestras obtenidas en los sistemas inventariados, nos señala que un 80 por ciento de esas aguas se encuentra dentro del rango conocido como de "amplitud normal", es decir que el pH se encuentra entre 6,5 a 8,4. El 19,5 % de esa aguas de riego son alcalinas (mayor a 8,4) y el 0,5 por ciento son aguas ácidas (menor a 6,5). Sobre la base de estos datos, es posible con el 47 de los sistemas no tienen ninguna restricción en cuenta la conductividad eléctrica (CE), 53 presenta ligera restricción y no se reporta ningún sistema de riego en el cual la CE sea severa (PRONAR, 2000).

En 1963 1964, Deutsche Projekt Union realizó un estudio intensivo de la calidad de agua para fines de riego desde la altura del proyecto de embalse de ICLA en el departamento de Chuquisaca hasta la estación de bombeo ubicada a la salida de El Angosto muy próximo a la ciudad de Villa Montes. Los resultados de este estudio permiten formular las siguientes conclusiones:

- Casi la totalidad de las muestras analizadas implican un riesgo bajo de alcalinización y un riesgo medio a alto de salinización las clases [2] determinadas fueron: C2-S1 y C3-S1.
- Por el carácter predominantemente franco de los suelos de buena permeabilidad, drenaje adecuado y tolerancia a la salinidad de la mayor parte de los cultivos explotados en la zona, el agua es apropiada para el riego.

---

[2] C2-S1 y C3-S1: corresponden a una clasificación de aguas para riego por relación de adsorción de sodio (RAS). "C se refiere a conductividad" y "S se refiere a sodio"
C2: Aguas de salinidad media (se usa siempre y cuando hay un grado moderado de lavado); S1: Agua baja en sodio (puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable
C3: Agua altamente salina (no pude usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente); S1: Agua baja en sodio.

- El pH del agua se halla entre 8 y 8,7 en el periodo de estiaje (junio a agosto) y baja a menos de 8 en el periodo lluvioso excepcionalmente menos de 7.
- El agua cargada de sedimentos tiene un grado superior en salinidad que el agua clara; el desarenado convierte aguas de clase C3 en C2.

Otros estudios de la calidad de aguas fueron los realizados para la implementación de sistemas de riego en las comunidades de Chimeo, Caigua y PROVISA (Proyecto Villa Montes Sachapera).

Las aguas del **río Caigua**, cuyo origen se encuentra en la Serranía Aguaragüe, tienen las siguientes características: un pH de 8,2 y 8,7 una conductividad eléctrica de 459 a 468 micromhos/cm y una categoría de C2-S1. Otro estudio sobre el mismo río ha obtenido los siguientes resultados: pH es de 8,0 conductividad eléctrica de 108 micromhos/cm y categoría (PRONAR 1995 96).

Las aguas de la quebrada de **Chimeo** cuyas vertientes se encuentran cerca a las de Caigua, arrojan los siguientes resultados: pH de 7,57; conductividad eléctrica de 228 micromhos/cm; y una categoría de C1-S1[3]. Son aguas aptas para todo tipo de consumo sin restricciones (PRONAR 1999).

Durante los años de ejecución del Módulo Inicial del Proyecto PROVISA (1989-1992) se han reportado resultados similares a los del estudio realizado por Deutsche Projekt Union (PROVISA, 1992).

Otro estudio, el de evaluación sobre impacto ambiental que se realizó para la perforación del pozo LVT-X11 —situado en la planicie chaqueña y ubicado a 18 Km de Villa Montes—, reportó los siguientes resultados: pH, 8.02; conductividad eléctrica, 528 micromhos/cm; y salinidad categoría C2-S1. Es decir, aguas aptas para la irrigación pero no para el consumo humano (agua apotable) sin un previo tratamiento, esto último debido principalmente al alto contenido de coliformes fecales (CEPA, 1998).

Finalmente, a propósito de la calidad de las aguas del río Pilcomayo y sus afluentes, la presente investigación ha reconstruido un conjunto de datos dispersos que ayudan a la comprensión de la zona estudiada (ver Cuadro 11 y Cuadro 12).

---

[3] C1: agua de baja salinidad (puede usarse para riego de la mayor parte de los cultivos); S1: Agua baja en sodio. Agua con bajo peligro de salinización

Cuadro 11
Datos resumen de monitoreo de aguas del río Pilcomayo

Lugares de muestreo	Puesto Margarita					El Chorro	Pte. Ustarez	Capirendita	Villa Montes
Fecha	07/04/1998	19/05/1998	01/06/1998	15/07/1998	29/01/1999	29/01/1999	20/01/1999	20/01/1999	26/02/1999
pH de campo	7,65	7,62		8,45	7,08	6,89	6,58	6,56	7,69
pH (T=17 ºC)	7,56	8,09	8,33	8,49					
Turbiedad (UNT)	2000	37		55					5
Oxígeno Disuelto (mg/l)					5,37	5,72	4,83	5,71	
Demanda Química de Oxígeno (ppm)					32	34	39	34	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (ppm)					26	20	29	24	
Sólidos Suspendidos (mg/l)					84437,2	10490,08	30811	8667,6	
Temperatura del agua (ºC)	31	19		22,5	25,7	24,8	25,3	25,2	
Temperatura del ambiente (ºC)	26	26		31					
Coliformes Totales (N.M.F/100 ml)					105050	20000	12000	32000	negativo
Coliformes Fecales (N.M.F/100 ml)					23520	5440	negativo	negativo	negativo

Fuente: En base a datos del Convenio Prefectura de Tarija - Universidad Misael Saracho "UAJMS" 1998-2000.
Se ha considerado estos lugares y parámetros con fines comparativos con los parámetros que analizamos en el estudio.

Cuadro 12
Datos de monitoreo de aguas del río Pilcomayo y cursos al pie de la Serranía Aguaragüe

Fecha	Parámetro	Lugares de muestreo (cursos de agua)						
		Puesto Margarita	El Chorro	Pte. Ustarez	Capirendita	Qda. Los Monos	Qda. La Lima	Río Ipa
03/08/1998	Aceites y Grasas (mg/kg)	221,66	164,16	125,08	173,91	650,12		
08/02/1999	Aceites y Grasas (mg/kg)					150,8		
25/07/2000	TPH (hidrocarburos) (mg/l)	-0,1	0,22	0,25	0,27	0,03	0,26	0,25
28/09/2000	TPH (hidrocarburos) (mg/l)	0,54			0,51		1,2	1,68

donde Qda = quebrada
(-) = el valor negativo implica debajo del límite de determinación (detección según calibración del equipo de laboratorio).
La fecha corresponde a la recepción de la muestra por el laboratorio (la fecha del muestreo no se especifica).
Fuente: En base a datos de certificados de análisis del laboratorio Spectrolab. Convenio Prefectura de Tarija - Universidad Misael Saracho "UAJMS" 1998-2000.

Agua domiciliaria de Villa Montes

La zona urbana de la Villa Montes se provee de agua para consumo humano a través de una red de cañería instalada en las tomas de los ríos Tampinta y Caiguami (ver Cuadro 13). Los caudales aproximados de estas tomas son de 25 y 10 litros/seg., respectivamente (SAPAL, Villa Montes; 2002).

La comunidad de San Antonio, considerada actualmente como un barrio urbano de Villa Montes, se provee agua por cañería instalada en la parte superior de la quebrada Los Monos que ofrece un caudal aproximado de 0.6 litros/seg. (FIS; 1998).

4. Características ecológicas

En el área de estudio predomina el bosque seco templado y el bosque húmedo templado y se diferencian tres pisos ecológicos (pisos de yungas) con las siguientes altitudes: 1.200 a 1.600 metros con pastizal de altura en la parte alta de la Serranía; 600 a 1.200 metros con bosque de transición nublada y especies arbóreas mayores a 20 metros en la parte media; y menos de 600 metros en la parte baja, en el pie de monte, donde se encuentran los asentamientos humanos.

4.1. Flora

En general, las microcuencas del área de estudio cuentan con vegetación, a excepción de algunos claros en las cumbres y de afloramientos rocosos producidos por actividades petroleras relacionadas con la apertura de sendas y caminos, o por incendios que han dejado varias áreas sin vegetación. Estas áreas son difíciles de cuantificar debido a su permanente variación anual. Algunas microcuencas de la región no sufren pérdida de vegetación porque son utilizadas en actividades agrícolas y ganaderas.

El bosque del lugar se caracteriza por constituirse en una zona de transición entre dos ecosistemas, la formación tucumano-boliviana —con especies vegetales propias de esta formación—, y la formación de bosque serrano-chaqueño. La vegetación nativa (ver Cuadro 14) ha sido intervenida en forma selectiva por las explotaciones madereras y la recolección de especies valiosas para la ornamentación y uso como especies medicinales. De manera sistemática, esta intervención continúa su acción depredadora, primero por los habitantes de las poblaciones asentadas en las inmediaciones del área de estudio, luego por las empresas madereras, asentamientos ganaderos, desmontes mal planificados y, finalmente, por las prospecciones petroleras.

Cuadro 13
Caudal de los cauces hidrológicos de la zona de estudio
(litros/segundo [l/s])

Parámetro	Unidad	Máximo aceptable	Observaciones	Feb/2002		Marzo/2002		Abril/2002	
				Caiguani	Tampinta	Caiguani	Tampinta	Caiguani	Tampinta
Sabor	-	-	debe ser aceptable	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Olor	-	-	debe ser aceptable	Ninguno	Bueno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Turbiedad	FTU	5	límite inferior 6,5	4	1	11	21	0	0
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	*	199	132	158	91	181	144
Dureza total	mgCaCO3/l	500	*	198	129	157	124	169	280
pH	-	8,5	*	8,3	8,4	8,35	8,21	8,33	8,38
Sulfatos	mg/l	400	*	115	3	80	0	75	1
Hierro	mg/l	0,3	*	0,01	0,01	0,06	0,13	0,01	0
Bacterias en general	CFU/ml	100	*	94000	5000	6900	8600	11200	5300
Coliformes totales	NMP/100ml	0	*	240	460	93	150	210	150
Coliformes fecales	NMP/100ml	0	*	0	0	0	0	0	0

* Valor mayor tiene efecto a la salud

Fuente: Sistema de Agua potable y alcantarillado. Alcaldía Villa Montes. SAPAL, 2002.

Cuadro 14
Vegetación del área de estudio

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
ESTRATO ARBOREO:	
Algarrobos (3 especies)	Prosopis alba, Prosopis nigra y Prosopis
Chalcharero	Allophylus
Condorillo o Ramo	Cupania vernalis
Guayacán o algarrobilla	Juliflora
Garrancho cuadrado	Cortón densiflorus
Toborochi	Cesalpinea paraguayensis
Quebracho colorado	Chorissia insignis
Quebracho blanco	Schinopsis lorentzii
Palo santo	Aspidiosperma quebracho blanco
Carnaval	Bulnesia sarmienti
Caranday	Cassia carnaval
Lapacho	Tabebuia sp.
Lapacho Amarillo	Tabebuia lapacho
Lapacho Rosado	Tabebuia impetiginosa
Lecherón	Sapium saltense
Perilla	Phyllostylon rhamnoides
Roble	Amburana cearensis
Tipa colorada	Pterogyne nitens
Timboy	Enterolobium timbouya
Cebil	Piptademia macrocarpa
Maroma	Ficus maroma
Mora amarilla	Macluria tinctona
Pacará	Enterolobium contortisiliqum
Palo zapallo	Pisonia zapallo
Palo blanco	Celicopyllum multiflorum
Palo amarillo	Chlorophora tinctoria
Palo mataco o Garabato	Acacia praecox
Bibosi	Ficus whitei
Ceibo	Erytrina falcata
Chañar	Geoffroea decorticans
Tipa blanca	Tipuana tipu
Arrayán	Aulomircia sp
Palo barroso	Blepharocalys gigantea
Cedro	Cedrella lilloi
Guaranguay	Tecoma stans
Cuchi o urundel	Astronium urundeiva
Sacha paraíso	Agonandra excelsa
Sacha pera o pata	Pentapanax angelicifolius
Soroche	Pseudobombax argentinum
Tabaquillo	Solanum riparium
Tala	Celtis sp.
Tarco	Jacaranda mimosifolia
Toborochi	Chorisia insignis

(Continúa en la siguiente página)

Cuadro 14 *(Continuación)*
Vegetación del área de estudio

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
ESTRATO ARBUSTIVO:	
Carallanta	Nicotiana glauca
Espinillo	Acacia feddeana
Duraznillo	Ruprechtia triflora
Coca y cabra	Capparis twediana
Sacha sandía	Cercidium praecox
Escayante	Castela coccinea
Tusca	Acacia sp
Afata	Sida rombifolia
Amarantos	Amaranthus sp
Tabaquillo	Nicotiana brasiliensis
Bejuquillo	Bahuinia sp
Moco moco	Gonpherma sp
Piñón	Jutrapa curcus
Kala pierna	Cocholpermun tetrasporum
Carawata	Bromelia serra
Ancoche	Calycophyllum spruseanun
Matico	piper hieronymi
Pucancho	Vassobia breviflora
CACTACEAS:	
Ulala	Cercus hankeana
Mara mara	Vochisya hankeana
Carapari	Stetsonia coryne
ESTRATO HERBACEO:	
Malva	Malva sp.
vira–vira	Solanum sisymbriifolium
Pucancho	Vassobia breviflora
Uvilla	Berberis argentinensis
Epifitias, Payú o Chacra de mono	Tillandsia máxima
Clavel del aire	Tillandsia sp.
Coca de cabra	Capparis speciosa
Sivinga	Lamprothyrsus hieronymi

Fuente: Elaboración propia en base a documentos de trabajo.

Cabe llamar la atención, en este punto, sobre la considerable disminución de la clase arbórea comercial en la zona de estudio, especialmente en aquellos lugares próximos a las rutas de autotransporte. A propósito, una referencia representativa de la vegetación en el área estudiada es la que se encuentra en la comunidad de Ipa-Planchada,

pozo Camatindi, en donde se tiene tres pisos ecológicos de yungas: piso de Cebiles con estrato arbustivo ralo (a menos de 600 metros); piso de lauraceas (entre 600 y 1.200 metros); y el piso de pastizal de altura (entre 1.200 a 1.500 metros) (PROMETA-IYA; 2001).

Un estudio realizado por PROMETA, IYA, SERNAP (Yuchán, 2001) identificó en la zon las siguientes especies y familias de plantas:

- A menos de 600 metros de altura: Los árboles Sacha paraíso, Tarco (en estado vulnerable), Lapacho Amarillo (en estado vulnerable), Lapacho, Guaranguay, Toborochi, Soroche, Lecherón, Pacará, Ceyba, Chañar, Tipa colorada, Maroma, Mora amarilla, Palo blanco, Chalcharero, Condorillo o Ramo, Tabaquillo, Tala, Palo amarillo o perilla; la epifita Payú o Chacra de mono; los arbustos Matico, Piper sp., Carallanta , Pucancho; las hierbas, Malva sp., vira-vira.
- Entre 600 y 1.200 metros: Sacha paraíso, Lapacho Rosado, Lapacho, Garrancho cuadrado, Palo mataco o Garabato, Cedro, Maroma, Mora amarilla, Sacha pera o pata, Palo blanco; las epifitas Payú o Chacra de mono y Clavel del aire.
- Entre 1.200 y 1.500 metros: los arbustos Uvilla, Coca de cabra; las hierbas Conyza sp., Gamochaeta sp., y Sivinga.

4.2. Fauna

Aunque no se cuenta con datos censales precisos, la caza excesiva de animales en los últimos años ha sido determinante para el descenso y migración de las especies más importantes consideradas originarias de la zona (ver Cuadro 15). La intervención antrópica en toda el área —actividades ganaderas, prospecciones petroleras y desmontes para cultivos de maíz y otros cultivos temporales—ha causado alteraciones irreversibles en la fauna de la región. Según la Superintendencia Forestal (1998), las especies amenazadas y en peligro de extinciñon en el Chaco boliviano son: jaguar, gato montés, iguanas, yacarés, perdices, charatas, anta y chancho del monte.

Cuadro 15
Fauna silvestre de la zona del estudio

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
MAMÍFEROS:	
Puma	Felix concolor
Gato montés	Felix jacobita
Zorro	Cerdocyon thous
Comadreja	Dideliphis albiventris
Zorrino común	Conepatus chinga
Venado	Hippacamelus antisensis
Vizcacha	Lagidium viscacia
Chancho de monte	Catagonus warneri
Oso bandera u hormiguero	Myrmecophaga tridactyla
Quirquincho	Tolipectes tricintus
Anta	Tapirus terrestris
Armadillo	Euphactus sp
AVES	
Charata	Ortalis canicollis
Loro hablador	Amazona aestiva
Suri	Rhea americana
Chuña	Cariama cristata
Perdices	Crypturellus tataupa
Teru teru	Vanellus chilensis
Palomas, búhos y otras especies	
REPTILES:	
Coral	Micrurus frontalis
Boa viscachera	Constrictor constrictor
Iguana	Tupinambis sp
Tortuga	Geochelone sp
Cascabel	Crotalus durissus terrificus
Yarará	Bothrops alternata

Fuente: Elaboración propia sobre la base de documentos de trabajo.

4.3. Características de los suelos de la zona de estudio

Los estudios de suelos en la Tercera Sección de la provincia Gran Chaco han sido iniciados por la Dirección General de Riegos y la Misión Mexicana en ambos márgenes del río Pilcomayo sobre una superficie de 54 mil hectáreas (Corporación Boliviana de

Fomento CBF; 1944). El Departamento de Suelos del Ministerio de Agricultura completó el estudio en las áreas faltantes de la margen izquierda del río (MACA, 1969).

En 1975, la división edafológica de la Comisión Boliviana de la Cuenca del río Pilcomayo, realizó el levantamiento fisiográfico y edafológico en la escala de reconocimiento con especial énfasis en el margen derecho del río Pilcomayo, además de algunas observaciones puntuales en el margen izquierdo.

En 1979 se llevó a cabo el estudio de Prefactibilidad del Proyecto de Riego Villa Montes - Sachapera, en el que se identifican cuatro clases de suelos predominantes de categorías I, II, III y IV[4]. El estudio fue realizado en una superficie de 184.039 hectáreas en ambos márgenes del río Pilcomayo.

La Consultora alemana Lahmeyer, Salzgitters y Agroprogress, por encargo del Proyecto PROVISA, realizó otro estudio —esta vez en el ámbito de reconocimiento detallado— sobre una superficie de 45 mil hectáreas de las cuales 25 mil estaban situadas en la margen derecho del Pilcomayo y 20 mil en el margen izquierdo. Las conclusiones son similares a los anteriores estudios.

PROVISA, por su parte, y a través del Convenio ítalo-boliviano, realizó un estudio en el ámbito de semidetalle en la margen derecha del río Pilcomayo en una superficie aproximada de 4 mil hectáreas, aquellas que corresponden al Módulo Inicial del Proyecto Villa Montes-Sachapera (PROVISA, 1990).

Estos estudios de envergadura fueron complementados por otros realizados en el ámbito de semidetalle y vinculados a los diferentes proyectos de construcción y

---

4 Clasificación de suelos según su aptitud de uso agrícola:
Categoría I: Suelos de alta productividad agrícola (sin restricciones para su uso); Categoría II: Suelos de potencial productivo medio (restricciones más importantes son la topografía y el drenaje).
Categoría III: Suelos de potencial productivo moderado(limitaciones más importantes son la topografía, drenaje y fertilidad).
Categoría IV: Suelos de potencial productivo limitado, (principales limitaciones son la topografía, drenaje, fertilidad y otros aspectos relacionados a la textura, estructura y permeabilidad). Su uso en la agricultura es limitado).
Categoría V: Suelos de productividad baja (sus grandes limitaciones y la fertilidad hacen que estos suelos no sean aptos para su uso en la agricultura). Estos son destinados a la producción de forrajes o cultivos de cobertura para su protección.
Categorías VI, VII y VIII: Suelos marginales, degradados y erosionados (su potencial productivo es muy bajo y no son aptos para la explotación agrícola).

mejoramiento de sistemas de riego y microriego en las comunidades asentadas a lo largo de la Serranía Aguaragüe.

La mayoría de los estudios coincide en identificar los suelos de la región en las categorías II, III, IV, V, muy pocos son clasificados categorías I, VII y VIII, es decir, suelos con fines de aprovechamiento agrícola.

Los suelos de la Tercera Sección de la provincia Gran Chaco, se presentan claramente diferenciados en dos zonas características: la zona pedemontana o de transición, y la zona de la llanura chaqueña.

La zona de transición presenta suelos de textura franca, franco arenosa, franco arcillosa y franco areno-arcillosa de color más oscuro y de potencialidad productivo más elevado. El contenido de los principales nutrientes del suelo chaqueño se encuentra en el amplio abanico entre moderados y bajos; el contenido de fósforo asimilable abarca niveles de moderado a bajo; el nivel del nitrógeno total se encuentra en niveles moderados ylos niveles de potasio son bajos; la materia orgánica se encuentra en niveles moderados. Estos suelos presentan un pH que oscila entre 6,0 a 7,5, denotando su condición neutra o ligeramente ácida por su mayor contenido de materia orgánica. La fisiografía de esta zona se caracteriza por presentar valles fértiles de topografía escarpada y quebrada derivando en formaciones onduladas. Las pendientes más predominantes son del orden del 6 por ciento.

La llanura chaqueña se caracteriza por su fertilidad entre media y baja, con contenidos de fósforo asimilable de moderados a bajos, niveles de nitrógeno total bajos a muy bajos, niveles de moderados a altos de potasio, y bajo contenido de materia orgánica. El pH de estos suelos, según los análisis de los diferentes estudios, fluctúa entre 7 y 8,5, denotando su condición de suelos levemente alcalinos. La fisiografía de estos suelos, se caracteriza por presentar topografías planas a onduladas en la mayor parte de sus componentes; las pendientes más frecuentes varían 0,5 al 2 por ciento.

La mayor limitante para el aprovechamiento de los suelos en la zona de estudio es la falta de agua. Por su condición de ser áridos y sometidos a altas temperaturas y fuertes vientos, estos suelos son muy susceptibles a la erosión hídrica y eólica, por lo que cualquier acción de desboque para fines de aprovechamiento agrícola u otro fin, traen consigo serios riesgos de desertificación y, por tanto, las oportunidades para una regeneración natural son precarias y hasta imposibles.

5. Actividad hidrocarburífera en la zona de estudio

5.1. Actividades petroleras actuales

En los últimos cinco años, en toda la Serranía se han realizado intensos trabajos de exploración sísmica 2D y 3D y perforaciones exploratorias en las diferentes concesiones otorgadas a las empresas petroleras (ver Cuadro 16).

Bloque Aguaragüe

La concesión Bloque Aguaragüe abarca aproximadamente el 60 por ciento de la Serranía, corresponde a la Empresa Chaco S.A., que ha realizado trabajos de exploración sísmica 2D y 3D, esta última con la perforación de 17.240 pozos con una profundidad promedio de 30 metros para el colocado de cargas explosivas (ver Figura 6 y Figura 7). En 1998 la empresa inició uno de sus principales trabajos, la fase de perforación exploratoria del pozo Camatindi X-1000. Este emprendimiento tropezó con la contingencia de una estructura geológica particular que provocó el desvío del fluido lodo-agua hacia en puntos cercanos de la quebrada Ipa, motivo por el cual la empresa tuvo problemas sociales y ambientales con los habitantes de la Comunidad de Ipa y sus alrededores. Actualmente, aunque ya se ha concluido con la perforación exploratoria con una profundidad de 4.500 metros, el trabajo se encuentra temporalmente abandonado y bajo vigilancia de la empresa. Para el año 2002, la empresa Chaco proyecta realizar otra perforación exploratoria al sur del pozo Camatindi X-1000.

Bloque San Antonio

Petrobras también ha intensificado sus trabajos de exploración sísmica en el Bloque San Antonio en los últimos años (ver Figura 8). La empresa ha ejecutado 225 kilómetros de líneas sísmicas y en 1998 inició la etapa de perforación de los pozos Sábalo X-1. En el año 2000 se iniciaron los trabajos de perforación de los pozos Sábalo X-2, con resultados de reservas que llegan a 20 TCF, cifra próxima a las del campo San Alberto. Los trabajos de Petrobras, se encuentran al pie de la Serranía, cerca de las quebradas que se constituyen en afluentes del Pilcomayo. Para noviembre del año 2003 la empresa tenía proyectada la perforación de tres nuevos pozos que completarían los trabajos realizados en Sábalo X-1. De igual forma, hasta diciembre del mismo año se ha previsto la

instalación de una planta de procesamiento de gas y la construcción de un gasoducto que conectará al lugar con la red principal de Gasyrg (Gasyrg es el consorcio encargado del tendido de un ducto paralelo al troncal de Transredes que transporta gas desde San Alberto a Brasil).

Bloque La Vertiente

Otro bloque de importancia es el denominado La Vertiente, en manos de la empresa British Gas. Los campos de este Bloque, junto a los de Tahiguati, Suris y Escondido —sumando un total de 10 pozos—, se encuentran en fase de producción desde 1981 y se tiene proyectado realizar dos perforaciones más en el campo Los Suris, en Marzo de 2002.

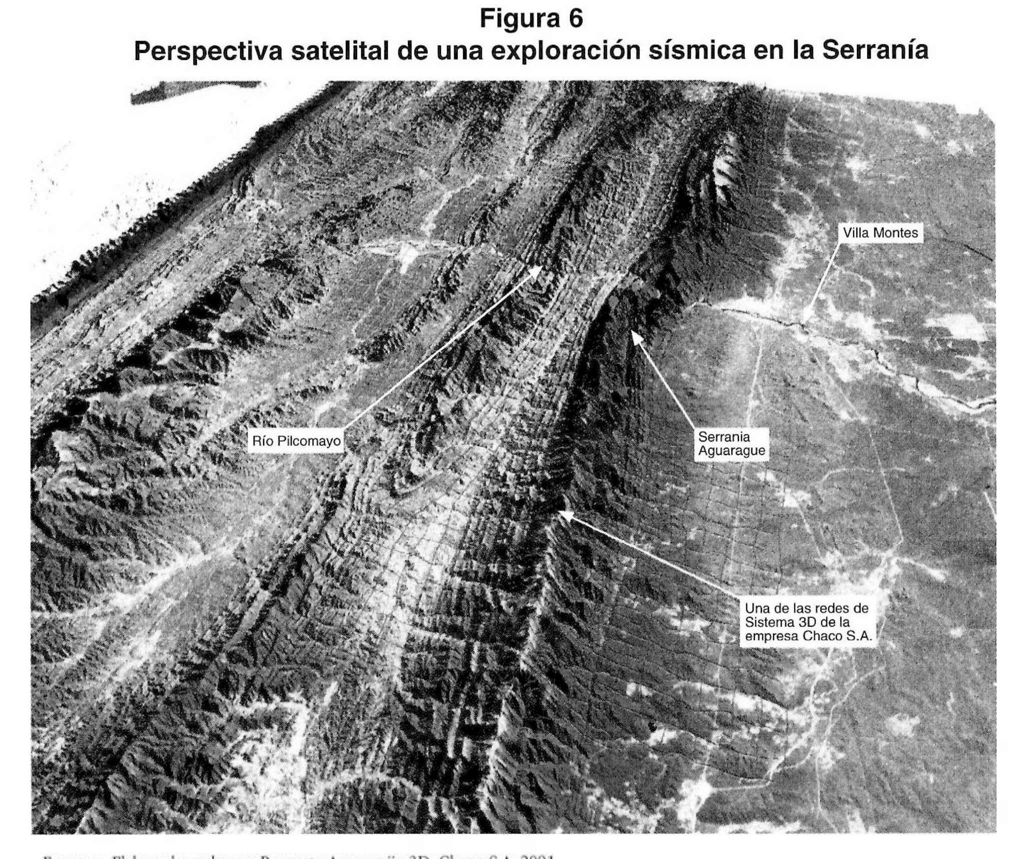
Estos campos se encuentran en la planicie chaqueña, próximos a la comunidad Algarrobal, y si bien no forman parte de la Serranía Aguaragüe, se los toma en cuenta como una referencia debido a los conflictos ambientales denunciados por los originarios Wennhayek por derrame de lodos, antes de la capitalización, y por el tendido de tubería en septiembre del año 2001.

Cuadro 16
Empresas petroleras, sus trabajos y la relación con la zona de estudio

Empresa	Bloque de exploración	Campo de explotación	Ubicación y relación a la zona de estudio
British Gas	Tarija Este	Escondido Los Suris	En la planicie chaqueña (referencial por la proximidad a Algarrobal)
Chaco S.A.	Aguaragüe	Caigua (sin producción) Los Monos (sin producción) Camatindi (pozo en exploración, sin producción)	En la Serranía (lado este)
Petrobras	San Antonio	Sábalo (60 Km de Long)	Al pie de la Serranía (lado oeste)

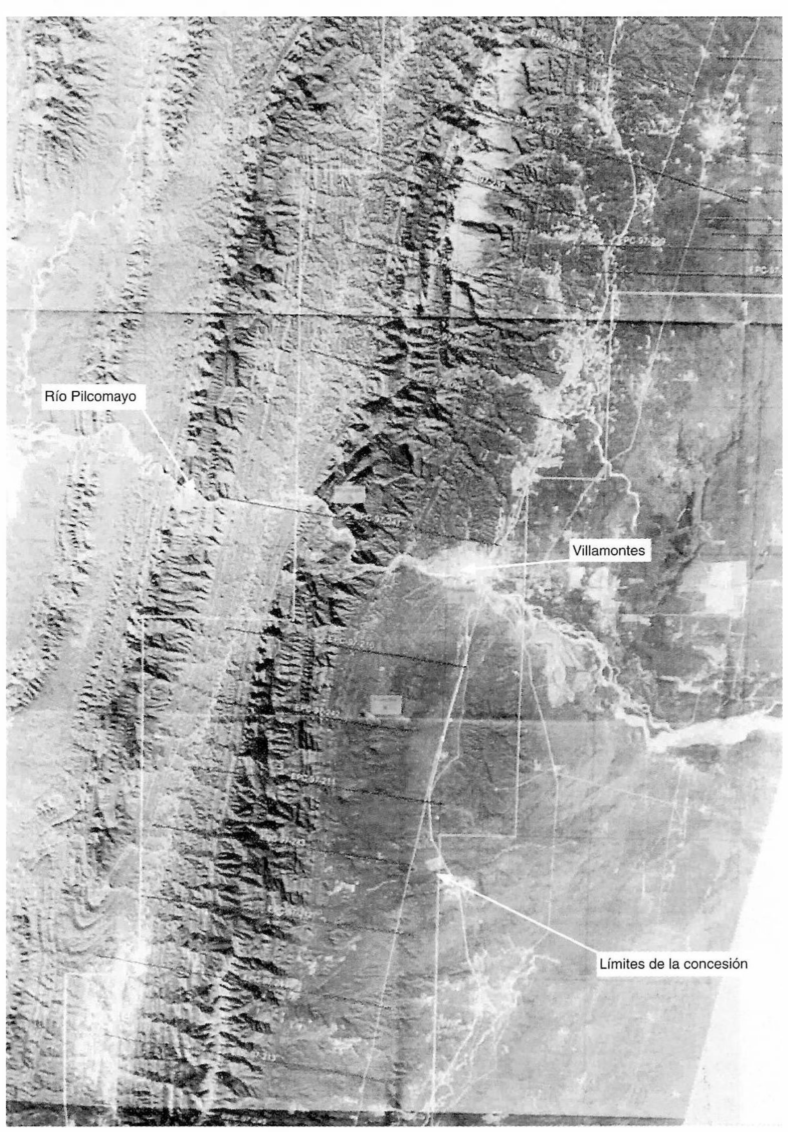
Fuente: Elaboración propia y YPFB, 2001.

Figura 6
Perspectiva satelital de una exploración sísmica en la Serranía



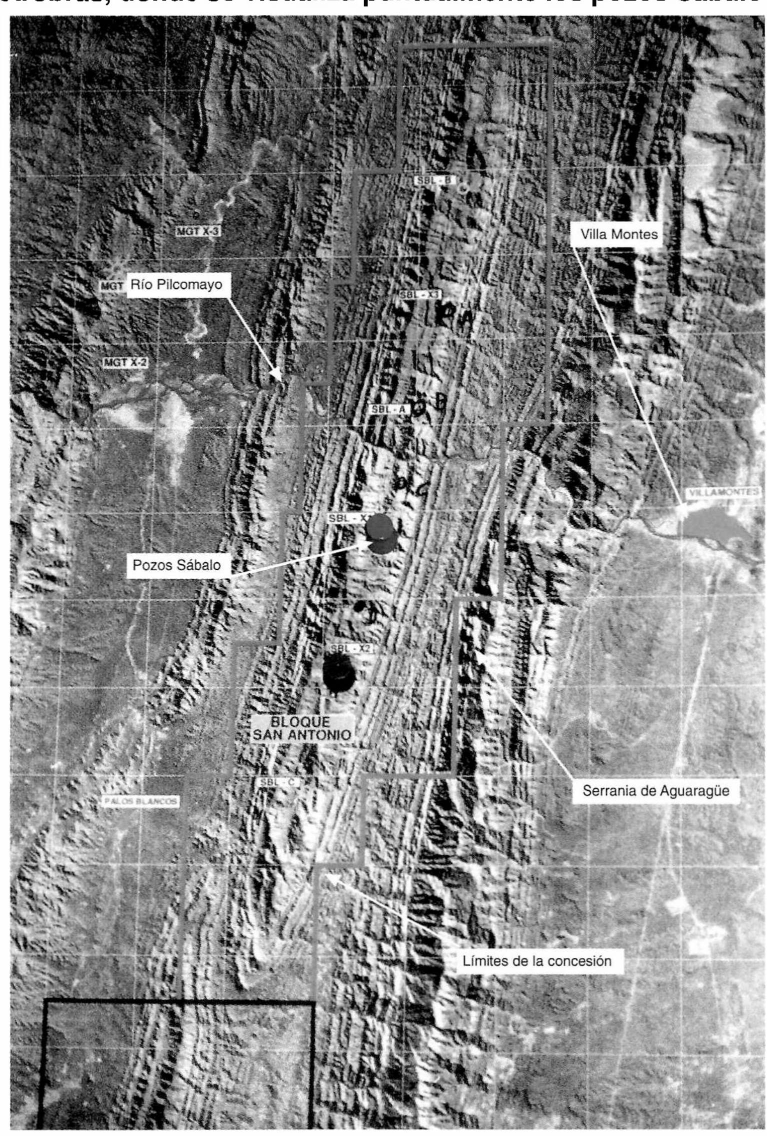
Fuente: Elaborado en base a Proyecto Aguaragüe 3D. Chaco S.A. 2001.

Figura 7
Concesión parcial del Bloque Aguaragüe de la empresa petrolera Chaco S.A. donde se observa las líneas sísmicas 2D



Fuente: Elaborado en base a EEIA Sísmica en Bloque Aguaragüe y Vuelta Grande. Chaco S.A. 1997.

Figura 8
Concesión del Bloque San Antonio de la empresa petrolera Petrobras, donde se visualiza puntualmente los pozos Sábalo



Fuente: Elaborado en base a documentos de Petrobras 2001.

5.2. Pasivos ambientales

Campo Los Monos

La actividad petrolera en el campo Los Monos se inició en 1951 con la perforación del pozo LMS-001Y a cargo de YPFB. El pozo alcanzó una profundidad de 882 metros sin resultados positivos. En 1954, la empresa Gleen Mc Carthy concluyó la perforación del pozo LMS-001 (1.050 metros de profundidad) con iguales resultados. Lo mismo ocurrió con el pozo LMS-002 (1.502 metros de profundidad), aunque luego se encontró petróleo pesado a 1.355 metros de profundidad. En 1955 la empresa Gleen Mc Carthy concluyó la perforación del pozo LMS-004 sin resultados. En 1958, la empresa Chaco Petroleum terminó la perforación del pozo LMS-005 a una profundidad de 1.235,9 metros. El resultado fue el mismo: un pozo seco. En 1970 YPFB tuvo mejor suerte, perforó el pozo LMS-008 (a 1501,4 metros de produndidad) y encontró gas y petróleo, pero en cantidades poco relevantes. Por si fuera poco, en 1998 se produjo una contingencia en el pozo Los Monos 008: un derrumbe ocasionó el daño de las instalaciones antiguas (Arbolito) y el derrame de petróleo y agua de formación que contaminaron las aguas de la quebrada y el río Pilcomayo.

Como es evidente, gran parte de los emprendimientos en el campo Los Monos no ha tenido éxito, pero además, las estimaciones realizadas en los pocos pozos productores señalan que las reservas encontradas son pequeñas. Actualmente, este campo se encuentra como pasivo ambiental y en manos de la empresa Chaco S.A.

Campos Camatindi y Caigua

El campo Camatindi fue descubierto en 1927 por la Standard Oil. Hasta 1974 se desarrollaron 17 pozos, 11 de ellos productores. Tres de los 17 pozos fueron perforados por la Standard Oíl entre 1927 y 1931. Los 14 restantes fueron desarrollados por YPFB desde 1937 hasta 1974.

Las actividades petroleras en Camatindi y Caigua empezaron en 1931 con la perforación del pozo exploratorio CAI-001 (1.433,7 metros de profundidad) a cargo de la Standard Oil Company Of Bolivia con resultados negativos. Hasta 1976 se perforaron 11 pozos, la mayor parte a cargo de YPFB. La profundidad máxima de perforación fue de 2.932 metros. De los 11 pozos perforados, 10 resultaron productivos. Actualmente, estos campos se encuentran a cargo de la empresa Chaco S.A.

6. Area Protegida en la Serranía y zona de estudio

El 20 de abril de 2002 la Serranía fue declarada Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (ANMI). Los dos principales objetivos de tal designación son: conservar una muestra representativa de la biodiversidad existente en los ecosistemas de transición entre los bosques montanos y la parte húmeda de la llanura chaqueña; y proteger la Serranía como regulador del régimen hídrico de la llanura chaqueña y como fuente de agua de las ciudades de Villa Montes, Yacuiba, Caraparí y otras comunidades rurales.

Se trata de un área de 118.700 hectáreas una longitud de 111 kilómetros y un ancho promedio de 10 kilómetros. El área designada como Parque Nacional corresponde a la ocupada por las selvas Yungas Andinas (selvas nubladas o de montaña). El Área Natural de Manejo Integrado corresponde a la región de transición situada entre la selva pedemontana y las sabanas del Chaco.

La creación del Parque Nacional y del Área Natural de Manejo Integrado, posterior a las actuales concesiones petroleras, ha provocado la superposición del área natural sobre el 100 por ciento del territorio que ocupan las concesiones petroleras mencionadas. Chaco S.A. ocupa el 74,5 por ciento de ese terriotiro, la empresa Total el 17 por ciento, y Petrobras el 8,5 por ciento (YUCHAN-PROMETA-2001).

El área de estudio de la presente investigación abarca un 30 por ciento del Área Natural de Manejo Integrado e involucra a las siguientes comunidades y zonas de influencia: Camatindi, Taiguati, Ipa Tarairí, Caigua, Tampinta, Puente Ustarez y Quebrada Los Monos, todas ubicadas en el pie de monte de la Serranía .

7. La contaminación en la zona de estudio

Quebrada Los Monos

Hace muchos años se ha detectado la presencia de petróleo que se escurre en el agua de la quebrada de Los Monos y llega al río Pilcomayo. Este campo fue perforado por YPFB en 1970, producía gas y petróleo en pequeñas cantidades. En 1997 se produjo el descontrol del Pozo 008 debido a un derrumbe accidental de un talud que produjo la rotura de una válvula antigua y el consiguiente derrame de petróleo y aguas de formación sobre la quebrada que desemboca en el río Pilcomayo. Esta primera contingencia ambiental fue controlada mediante trabajos técnicos realizados por la empresa Chaco (Centeno, 1999).

La contaminación causada por el descontrol de este pozo al agua, aire, flora y fauna de la zona, ha causado alteraciones en las condiciones ambientales y ha afectado principalmente a la población originaria Weenhayek (San Antonio y Capirendita). El descontrol del pozo se inició en febrero de 1997 y las denuncias públicas se efectuaron recién en el año 1999. Como respuesta a las denuncias de instituciones cívicas y organizaciones comunales el gobierno algunas medidas de control no del todo definitivas sino más bien paliativas. Como consecuencia de la grave contaminación por petróleo en la quebrada Los Monos han desaparecido plantas y animales acuáticos, en especial peces propios de la zona (Centeno 1999).

Campo Caigua

En este campo existen materiales oxidades propios de las perforación de pozos petroleros. Es visible también la presencia de petróleo en el agua de la quebrada del lugar. En general, si se realizaría un inventario de los campos en los que trabajó YPFB, se encontrarían preocupantes índices de contaminación ambiental que afectan aguas superficiales y subterráneas y ocasionan daños a la vida humana, animal y vegetal.

Bloque Camatindi

La perforación del pozo exploratorio Camatindi X-1000, a cargo de la empresa Chaco S.A., provocó el derrame de lodo en las aguas del lugar. El impacto por contaminación afectó especialmente a la comunidad de Ipa. Otros trabajos relacionados a la actividad de la empresa —construcción de helipuertos, caminos de acceso y campamentos—impactaron directa o indirectamente en la agricultura, ganadería, conservación del bosque, vida silvestre y otras actividades económicas y sociales de la región (AMBIOCHACO, 2000).

Desde el inicio las actividades de exploración sísmica a cargo de esta empresa (1997) se han detectado una serie de irregularidades tales como el uso de terrenos sin el consentimiento de los comunarios, la extracción ilegal de agua del río mediante (aguas utilizadas para el microriego) y la falta de restauración de brechas. El impacto más iportante, sin embargo, producto de la filtración de lodos en aguas superficiales de la zona, ocasionó la disminución, contaminación y alteración del agua utilizada para consumo humano y cultivos.

La experiencia y conocimientos que surgen del campo Camatindi y la serie de denuncias públicas como producto de la actividad hidrocarburífera en la Serranía

Aguaragüe (ver Cuadro 17) nos entregan una serie de datos que merecen ser destacados en el presente trabajo:

- La construcción de un pozo exploratorio supone el desmonte de por lo menos tres hectáreas de extensión con el obvio impacto sobre el suelo, la flora y la fauna del lugar; iguales impactos se producen por la construcción de caminos de acceso al pozo exploratorio (son caminos de varios kilómetros y de por lo menos 10 metros de ancho) y por la construcción de pistas de aterrizaje cuya lungitud oscila entre los 1.200 y 1.600 metros con un ancho de por lo menos 100 metros; estas últimas cifras exigen el desmonte de por lo menos 16 hectáreas (Centeno; 1999).
- Las actividades de exploración sísmica 2D y 3D exigen la apertura de brechas transversales y longitudinales de varios kilómetros; sólo así es posible realizar el levantamiento sísmico, la perforación y activación de los puntos de explosión; en el caso particular de una estructura petrolera ubicada en la llanura chaqueña, por ejemplo, se trazó una malla transversal y longitudinal de 12 kilómetros de largo por 8 kilómetrosde ancho, afectando un área de 96 km^2.
- El desmonte necesario para llegar a la etapa de explotación de un campo petrolero típico en la llanura Chaqueña requiere una superficie aproximada de 7.500 hectáreas (15 kilómetros de largo por 5 kilómetros de ancho); la infraestructura complementaria del campo llega fácilmente a las 100 hectáreas (Centeno; 1999).

8. Características demográficas y socioeconómicas de la zona de estudio

Villa Montes

Villa Montes es la capital de la Tercera Sección de la provincia Gran Chaco del departamento de Tarija y tiene una población aproximada de 16.400 habitantes. La ciudad comprende cuatro distritos con los siguientes barrios: Ustarez y Bolívar; 27 de diciembre; Central y Pilcomayo; Litoral, Miraflores y Avaroa Ferroviario; Bilbao Rioja y San Antonio.

Actividad económica: Villa Montes es el centro administrativo de la región; sus principales recursos económicos provienen de los sectores pesquero e hidrocarburífero; la ganadería y la actividad agrícola son también consideradas como fuentes de ingresos económicos pero con limitaciones debido a la falta de mercados para sus productos.

Cuadro 17
Síntesis cronológica de las denuncias sobre contaminación relacionadas a la Serranía Aguaragüe, Tercera Sección del Gran Chaco

Donde	Cuando	Fuente	Quién	Qué
Comunidad de Ipa y Tarairi	Nov, 1999	"Miradas, voces y sonidos, Conflictos Ambientales en Bolivia" FOBOMADE-OLCA, La Paz. Dic. 1999	Representantes de la comunidad	Contaminación en el bloque Aguaragüe por el no cumplimiento del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental para los trabajos de pozo exploratorio de la empresa petrolera Chaco (Amoco)
	1997			Se observaba la exploración sísmica sin el consentimiento del uso de terrenos de los pobladores, y sin aplicación de restauración de brechas
Caigua	21/10/99	Tarija, Ahora 21/10/99		La fuga de gas y petróleo ocasiona el temor de los comunitarios que se contamine el agua de riego. Comparando lo ocurrido hace 25 años cuando el agua contaminada quemó frutales y campos hortícolas
Quebrada Los Monos	03/ 99	"Miradas, voces y sonidos, Conflictos Ambientales en Bolivia" FOBOMADE-OLCA, La Paz. Dic. 1999	Ambio Chaco	Constatación del derrame de petróleo por rotura de tubería del pozo X-8 (desde 1997) Bloque Los Monos
			Posteriormente el pueblo originario Weenhayek, Comité Cívico de Tarija y FOBOMADE	
	9/03/99	Tarija, *El País*, 9/03/99	Daniel Centeno, Director de Hidrocarburos de la Prefectura de Tarija	A lo largo de 10 Km. en la quebrada Los Monos no hay indicio de vida animal, ni vegetal; además los contaminantes van directamente al río Pilcomayo
	1999	"Problemas ambientales en el sector hidrocarburos" Centeno, Tja , 1999		Han desaparecido plantas acuáticas y peces por la grave contaminación de petróleo.
Campos trabajados por YPFB	1999	"Problemas ambientales en el sector hidrocarburos"		Si se realiza una inventario de todos los campos trabajados por YPFB, se encuentran problemas ambientales que afectan las aguas superficiales y subterráneas, ocasionando daños a la vida humana, animal y vegetal

(Continúa en la siguiente página)

Cuadro 17 *(Continuación)*
Síntesis cronológica de las denuncias sobre contaminación relacionadas a la Serranía Aguaragüe, Tercera Sección del Gran Chaco

Donde	Cuando	Fuente	Quién	Qué
Quebrada Los Monos y Río Pilcomayo	9/03/99	Tarija, *El País*, 9/03/99	Jorge Morón. consejero por la provincia Gran Chaco,	El derrame de petróleo de la Qda Los Monos impacta al río Pilcornayo causando una mayor contaminación que la causada por los residuos mineros.
	20/03/99	Tarija, *El País*, 20/03/99	Guerrero, coordinador de Apoyo a las actividades de la Pesca y Acuicultura en Bolivia (ADEPESCA).	El derrame de petróleo de la Qda Los Monos impacta al río Pilcomayo acabando con la vida de los animales acuáticos
Quebrada Los Monos	26/05/99	Tarija, *El País*, 26/05/99	Presidente cívico de Villa Montes. (05/99)	Los pescadores se ensucian con los contaminantes, los matacos están pescando salen llenos de grasa y esto es peligroso
	19/03/01	Tarija, *El País*, 19/03/01	Eysen Artunduaga. Jefe de Unidad de Medio Ambiente. Prefectura de Tarija., ante la denuncia del Comité Cívico de Villa Montes	Verificaron el derrame de petróleo del pozo X-8 del campo Los Monos Además encontraron una nueva pequeña fuga de gas.
	19/03/01	Tarija, *El País*, 19/03/01	Eysen Artunduaga.	La quebrada Los Monos es una "bomba de tiempo", por que con el correr del tiempo se puede agravar y provocar un incendio de gran magnitud. Es una zona de alto riesgo porque pueden surgir nuevas filtraciones o fugas.
Pozos abandonados	15/06/01	Tarija, *El País*, 15/06/01	Santiago Pérez, Director de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Pref. de Tarija	Casi la totalidad de los pozos petroleros descubiertos por Y.P.F.B. en la provincia Gran Chaco, por falta de trabajos de mantenimiento presentan fuga de gas y petróleo que podrían ocasionar una contaminación de gran magnitud.

Fuente: Elabración propia (en base a matutinos, Tarija).

Servicios básicos: Villa Montes se provee de agua de consumo de los ríos Tampinta y Caiguamí con una cobertura aproximada del 80 por ciento de la población (13.120 habitantes); el tratamiento de estas aguas es primario, vale decir, tratamiento físico; la ciudad tiene una red de alcantarillado que vierte sus aguas en el río Pilcomayo sin tratamiento alguno; Villa Montes cuenta con una red eléctrica y no tiene una red de distribución de gas domiciliario.

Comunicación y transporte: La ciudad cuenta con servicio telefónico local y comunicación a larga distancia a través de ENTEL; cuenta con un aeropuerto para avionetas y las siguientes rutas principales de transporte: el camino asfaltado Camiri-Yacuiba y la ruta ripiada hacia Tarija y Paraguay.

Comunidades Camatindi, Tahiguati, Ipa, Tarairi y Caigua

Son comunidades situadas en el distrito rural de Villa Montes (a excepción de Camatindi que corresponde a Chuquisaca, provincia Luis Calvo); se encuentran en la parte noreste de la ciudad, en el pie de monte de la Serranía Aguaragüe; se caracterizan por presentar una topografía ondulada, de alta a plana; se localizan en un valle amplio que sigue la línea del pie de monte de la Serranía hasta la frontera con el departamento de Chuquisaca; la zona presenta asentamientos humanos procedentes de Tarija, Potosí y Chuquisaca.

Estas comunidades se dedican a la agricultura y ganadería en pequeña escala. Las tierras son altamente productivas y con muy buenas características edafológicas, propicias para la producción de hortalizas y frutales que ocupan la mayor parte de los terrenos agrícolas.

Muchos de estos sistemas productivos, en la parte más baja (o corteza baja), se desarrollan bajo riego con aguas que proceden de la serranía, mientras que en las tierras de la llanura chaqueña la agricultura y la ganadería producen en condiciones de secano por la baja disponibilidad de agua, especialmente en época de estiaje.

Los servicios básicos existentes en todas las comunidades son: energía eléctrica, agua por red de cañería, posta sanitaria, escuela seccional (el nivel secundario sólo existe en las comunidades de Tarairí y Caigua); la mayor parte de las familias cuenta con sistemas de saneamiento básico individual, por familia.

Todas las comunidades cuentan con servicio telefónico mediante centrales a cargo de ENTEL; en cuanto al transporte, se encuentran conectadas por caminos ripiados a la carretera asfaltada que une las poblaciones de Yacuiba-Villa Montes-Camiri; los servicios de transporte de pasajeros y carga tienen una frecuencia diaria.

Comunidad Puente Ustarez o La Central

Población: La comunidad Puente Ustarez es uno de los distritos urbanos de Villa Montes, tiene una población aproximada de 150 habitantes que corresponden a unas 30 familias.

Actividad económica: Esta población vive exclusivamente de la pesca; la venta de su producto se facilita por encontrarse en la ruta de transporte obligado hacia la ciudad de Tarija; algunas familias se dedican a la producción de hortalizas en pequeños sistemas de riego familiares.

Servicios básicos, comunicación y transporte: La población cuenta con energía eléctrica, agua potable por red de cañería, una escuela seccional, una línea telefónica y servicio de transporte público (taxis y radio taxis de limitada frecuencia).

San Antonio

Esta comunidad fue recientemente incorporada como un barrio urbano a Villa Montes (Distrito cuatro). El área que ocupa corresponde al denominado "territorio mataco" (Molloja, 1998). Se encuentra en la margen derecha del río Pilcomayo y al frente de la Ciudad de Villa Montes. Tiene una población aproximada de 650 habitantes.

Actividad económica: San Antonio vive de la pesca; sus habitantes también se dedican a la artesanía, caza y recolección de frutos silvestres.

Servicios básicos: Esta comunidad cuenta con energía eléctrica, sistemas de saneamiento básico, una escuela de nivel primario y una posta sanitaria.

Comunicación y transporte: La comunidad cuenta con servicio telefónico a cargo de ENTEL; en cuanto al transporte, se encuentra conectada por caminos ripiados con la carretera asfaltada que une las poblaciones de Yacuiba, Villa Montes y Camiri; los servicios de transporte de pasajeros y carga son de frecuencia diaria.

Comunidad Capirendita

Los habitantes de esta comunidad pertenecen a la etnia Weenhayek y son parte de una de las comunidades del distrito indígena de Villa Montes. La población aproximada de esta comunidad es de 280 habitantes, unas 70 familias.

Actividad económica: La principal actividad económica es la pesca; sus pobladores también se dedican a la artesanía, caza y recolección de frutos silvestres.

Servicios básicos: Esta comunidad cuenta con energía eléctrica, sistemas individuales de saneamiento básico, una escuela de nivel primario y una posta sanitaria.

Comunicación y transporte: Existe una carretera en regulares condiciones que permite el servicio de taxis a la ciudad de Villa Montes; los weenhayek prefieren el uso de bicicleta para su transporte.

Quebrada Los Monos

La quebrada Los Monos se encuentra en la Tercera Sección de la Provincia Gran Chaco, a cuatro kilómetros al sudoeste de la ciudad de Villa Montes. Esta área es un valle que se desarrolla a lo largo de la estructura de la formación geológica Los Monos; la altitud promedio del campo es de 850 metros sobre el nivel del mar; la topografía de la zona es accidentada y está dada por profundos cañones y valles donde las pendientes son muy elevadas, especialmente en las estructuras cercanas a la Serranía Aguaragüe.

Por la característica de ser un valle muy angosto no se han desarrollado sistemas productivos de ninguna naturaleza, aunque presenta condiciones óptimas para la implementación de pequeños sistemas productivos bajo riego; sus suelos son moderadamente productivos con alto contenido de pizarras y arcillas, aunque también se presentan areniscas procedentes de rocas del carbonífero de la parte alta de la Serranía.

La quebrada Los Monos no cuenta con asentamientos humanos, las poblaciones más cercanas con las que tiene relación son Puente Ustarez, San Antonio y Capirendita (ver Cuadro 18).

9. Formas organizativas e institucionales

En la zona de estudio existen formas organizativas bien definidas: las Organizaciones Territoriales de Base (OTBs) en los distritos rurales, y las Capitanías que agrupan a los pueblos originarios. Éstos, a su vez, están representados por la ORCAWETA (Organización de las Capitanías Weenhayek de Tarija, que corresponden a los distritos indígenas). En los distritos urbanos están constituidos los organismos de administración central: el Corregimiento del gobierno prefectural, el Gobierno Municipal, el Comité Cívico, e instituciones no gubernamentales.

Cuadro 18
Población de la zona de estudio

Ciudad/ Comunidad	Población (habitantes)	Nº de familias
Villa Montes	16400*	
Camatindi	182	30
Tahiguati	382	55
Ipa	318	50
Tarairí	490	98
Caigua	632	120
Puente Ustarez	150	30
San Antonio	650*	
Capirendita	128	70

Fuente: PROMETA, 2000

* Dato aproximado de la Oficina de Aguas Potable y Alcantarillado de Villa Montes, 2002 y ficha técnica de Proyecto de Agua Potable de San Antonio. 1998.

CAPÍTULO CUATRO

Contaminación e impactos del agua por la actividad hidrocarburífera

Los importantes yacimientos hidrocarburíferos situados en la Serranía Aguaragüe del Chaco boliviano, junto a la no menos importante red hidrológica que existe en el lugar, son dos recursos que merecen —a pesar de su complejidad— un adecuado manejo para contribuir al desarrollo sustentable de la región.

Por la situación actual y las proyecciones de la actividad hidrocarburífera que se desarrolla en la región, es posible afirmar, por una parte, que las emanaciones naturales y los pasivos ambientales —los trabajos petroleros abandonados por YPFB— se constituyen una primera potencial fuente de contaminación.

Por otra parte, los actuales e intensivos trabajos de exploración y perforación petroleras se convierten en una segunda potencial amenaza de contaminación a los recursos hídricos de la región, lo que, a su vez, puede ocasionar daños a la fauna y flora de la Serranía y, por supuesto, a la producción agrícola que se desarrolla al pie de monte.

Con el afá1n, precisamente, de contribuir a un manejo adecuado de los recursos de la Serranía, la investigación realizada —desplegada en el presente capítulo— presenta, en una primera parte, la ubicación de los lugares de estudio, la metodología adoptada para la investigación, los resultados e interpretación de datos de calidad de agua y una aproximación de suelos con incidencia de aguas contaminadas.

En la segunda parte del capítulo se presentan las percepciones de los diferentes sectores de la población respecto de la problemática planteada. Se ha tomado en cuenta la opinión de representantes de comunidades, instituciones estatales, organizaciones no gubernamentales, consultores, voceros de las empresas petroleras, sectores que se encuentran en la zona de estudio y otras percepciones recogidas en la ciudad de Tarija.

1. Ubicación y lugares de la zona de estudio

Un primer paso del estudio, en dirección de averiguar la situación de la contaminación del agua por la actividad hidrocarburífera, es el muestreo de fuentes de agua y de suelo, y la visita a las comunidades de influencia (ver Cuadro 19 y Cuadro 20). Los puntos de muestreo de suelo recogidos están próximos a las cabeceras de toma de agua de las comunidades Ipa y Caigua, y cocinciden con el muestreo de aguas en las quebradas Los Monos y Sábalo (un panorama general de la ubicación de los lugares de muestreo puntales de aguas y comunicades de influencia se registra en la Figura 9; en el Anexo 1, además, se recogen las fotografías correspondientes a los lugares visitados).

Cuadro 19
Fuentes de agua y comunidades de influencia de la zona de estudio

Fuente de agua	Características	Comunidad de influencia
Río Camatindi	Su vertiente nace en la sierra Aguaragüe y la comunidad pertenece al departamento de Chuquisaca, sin embargo, la población —por su ubicación geográfica— está más relacionada con el municipio de Villa Montes. Se realizó un muestreo de agua en el lugar porque este río desemboca al río Pilcomayo en épocas de mucha lluvia. Los representantes de la comunidad de Camatindi participaron en las entrevistas realizadas.	Camatindi
Rio Tahiguati	En la carta geográfica del IGM, este río está nombrado de manera equivocada como Camatindi (en la citada carta se muestran dos ríos Camatindi, el cercano a la comunidad Tahiguata está mal nombrado). Este curso nace en el cerro El Tigre y se une con el río Ipa.	
Río Ipa	Las nacientes de este río se encuentran próximas al pozo Camatindi X-1000 de la empresa Chaco S.A. (se presentaron problemas de filtración de lodo en puntos alejados del pozo y hubo reclamos de contaminación del río Ipa.). Los representantes de la comunidad de Ipa participaron en las entrevistas realizadas, como también en una vistita a la planchada del pozo Camatindi X-1000.	Ipa
Río Tarairí	Este río se toma en cuenta por su mayor caudal frente a los de otras fuentes, porque sus aguas son más permanente y por considerarse un agua de aspecto claro. El lugar sirve para la recreación de los pobladores de Villa Montes. Este curso se une al río Tahiguati	Villa Montes

(Continúa en la siguiente página)

Cuadro 19 *(Continuación)*
Fuentes de agua y comunidades de influencia de la zona de estudio

Fuente de agua	Características	Comunidad de influencia
Río Caigua	Años atrás, este río sufrió contaminación por derrame de lodo petrólero de pasivos ambiéntales (los pozos abandonados por YPFB). En su recorrido forma —junto con el Tarairí— el río Ihuiraru. En la época del muestreo el agua no llega a pasar bajo el puente carretero (seco). En la comunidad de Caigua se realizó entrevistas a sus representantes.	Caigua
Río Pilcomayo (1)	Antes de la unión de las quebrada próxima a los pozos Sábalo (margen derecha).	Puente Ustarez
Quebrada Sábalo	Se encuentra en el Bloque San Antonio, en la parte oeste al pie de la Serranía Aguaragüe, zona de influencia con el río Pilcomayo, donde se desarrollan trabajos petroleros de la operadora Petrobras,	Puente Ustarez
Río Isiri	Este río desemboca al Pilcomayo, tiene flujo permanente	Puente Ustarez
Quebrada Los Monos	Lugar que tiene pozos abandonados de YPFB (en el año 2001 se produjeron nuevas emanaciones de petróleo e incluso gas). El muestreo se ha realizado a 3 kms. de la carretera principal.	Villa Montes Puente Ustarez
Río Pilcomayo (2) Puente Ustarez	Se ha realizado un muestreo en el lugar para tener un parámetro de control de la calidad del agua antes de que atraviese la ciudad Villa Montes. El muestreo permite tener la referencia de la calidad del agua una vez que se une con otros afluentes río arriba, incluyendo el Río Isiri. En la comunidad Puente Ustarez se ha realizado entrevistas a sus representantes para conocer información del río Pilcomayo como también de la quebrada Los Monos.	Puente Ustarez (La Central)
Quebrada. Tampinta	Es un afluente del Río Pilcomayo, ubicado cerca el puente Ustarez. En la parte superior, el río Tampinta tiene como afluente la quebrada Agua Fría, de donde se deriva el agua potable para la población de Villa Montes.	Villa Montes
Río Pilcomayo (3) Puesto Uno	Se realizó un muestreo a la altura de Puesto Uno, para averiguar su condición de calidad luego de recepcionar las aguas residuales urbanas de Villa Montes y así evidenciar si tiene alguna relación con la presencia de contaminantes hidrocarburíferos.	Capirendita

(Continúa en la siguiente página)

Cuadro 19 *(Continuación)*
Fuentes de agua y comunidades de influencia de la zona de estudio

Fuente de agua	Características	Comunidad de influencia
Agua de pozo de Algarrobal	Se encuentra en la llanura chaqueña, a 2 Km. del río Pilcomayo. Se tomó en en cuenta esta muestra por el conflicto presentado la primera semana de Septiembre (2001) entre el pueblo originario Wennhayek y la petrolera British Gas Bolivia por el tendido de ductos de los campos Suris y Escondido; también por haber existido en años anteriores el conflicto de rebalse de las piscinas de lodos petroleros (en el campo El Escondido). Se han realizado entrevistas en la comunidad Algarrobal.	Algarrobal
Agua de grifo de San Antonio	Esta comunidad se provee de agua por cañería desde la quebrada Los Monos (tiene importancia conocer sus características de dotación porque la Quebrada. Los Monos es un punto conflictivo debido a los pozos abandonados). En esta comunidad se encuentra la Organización ORCAWETA. Sus habitantes fueron entrevistados.	San Antonio
Estanque, trampas de aceites y grasas. Camatindi X-1000	Son dos depósitos pequeños intercomunicados denominados trampas de aceite; miden aproximadamente: 1m profundidad x 0.5 m long x 0.25 m ancho; han sido dispuestos para recibir las aguas de escorrentía (de lluvia) de las áreas Landfarmig. El agua detenida fue de aproximadamente de un mes. Fueron considerados como muestra como una referencia para saber la calidad de un agua luego de las áreas de landfarming (proceso de bioremediación aerobio de suelos).	Ipa
Agua potable de Grifo de Villa Montes	El agua proviene del río Tampinta y río Caiguamí. En Villa Montes se realizaron varias entrevistas a diferentes representantes de organizaciones locales	Villa Montes

Cuadro 20
Lugares de suelo muestreados con incidencia de aguas contaminadas con hidrocarburos

Comunidad	Lugar de muestreo	Características
Ipa	Cabecera de microriego, suelos cultivados	Las muestras fueron obtenidas de suelos próximos a la toma de agua, como también en los primeros terrenos de cultivo de la zona agrícola de Ipa.

(Continúa en la siguiente página)

Cuadro 20 *(Continuación)*
Lugares de suelo muestreados con incidencia de aguas contaminadas con hidrocarburos

Comunidad	Lugar de muestreo	Características
Caigua	Cabecera de microriego, Lecho de río y suelos cultivados	El muestreo fue realizado del lecho de la quebrada Caigua, cerca del sifón de agua de consumo y de suelos cerca de la toma.
	Quebrada Los Monos	La muestra fue realizada del lecho de la quebrada a 3 Km del camino carretero principal Villa Montes-Tarija
	Quebrada Sábalo	El muestreo se realizó del lecho de la quebrada cerca al Pilcomayo y al vado de la ruta del campamento de Petrobras

2. Análisis de laboratorio

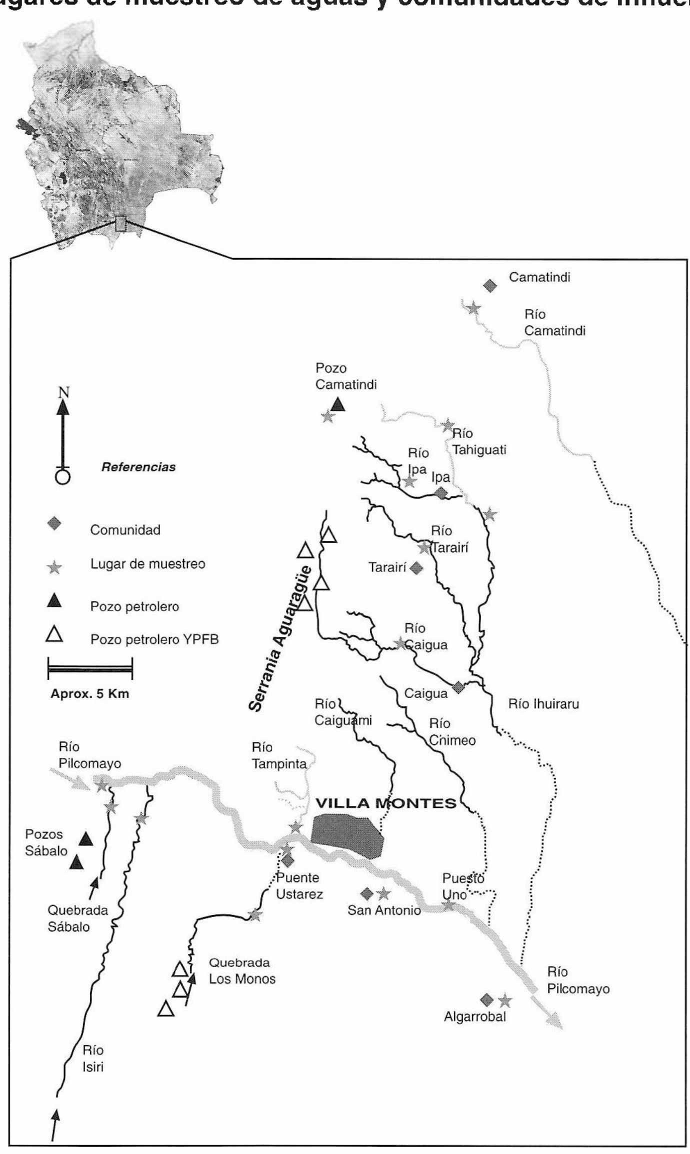
Para una correcta interpretación de la calidad del agua en la zona de estudio se realizaron los siguientes procedimientos:

- **Análisis convencionales:** llamados así por ser los más usuales cuando se pretende averiguar la calidad del agua; estos análisis, a su vez, comprenden: temperatura, olor, turbiedad, pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, sólidos en suspensión, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, cloruros, aceites y grasas, coliformes totales y coliformes fecales. En el caso de los análisis de suelos sólo se determinó pH, salinidad (sólidos totales disueltos del extracto) y conductividad. Algunos parámetros del análisis de aguas fueron determinados en el lugar, una gran mayoría se analizaron en gabinete con equipos Hach DREL/2010 y DR/2010 del Laboratorio Aprotec de Tarija, de reconocida experiencia en la temática ambiental.
- **Análisis no convencionales:** llamados así porque no son usuales en el monitoreo de aguas; se los conoce como TPH (Hidrocarburos Totales de Petróleo) [1]. Este tipo de parámetro de análisis permite identificar los hidrocarburos contenidos en el agua y el suelo. El análisis TPH fue realizado en laboratorios de Spectrolab de la ciudad de Oruro, una institución con amplia cobertura a nivel nacional.

---

1 TPH: Los hidrocarburos totales de petróleo, consisten en hidrocarburos con cadena de carbono desde C_5 a C_{35} .

Figura 9
Lugares de muestreo de aguas y comunidades de influencia



Fuente: Elaborado en base a cartas geográficas del IGM

El trabajo de campo consistió en realizar cuatro campañas de visita-trabajo en lugares de influencia del proyecto:

- **Campaña 1:** Realizada durante los últimos días de julio y los primeros de agosto (época de estiaje).
- **Campaña 2:** Realizada la tercera semana de octubre (época de las primeras lluvias).
- **Campaña 3:** Realizada durante la tercera semana de noviembre (época considerada de sequía porque no se presentaron lluvias como ocurre normalmente; de octubre hasta noviembre, solo llovió en tres ocasiones.
- **Campaña 4:** Realizada en el transcurso de la primera semana de mayo; se la ejecutó con fines de reforzamiento de datos y comprobación de la contaminación por hidrocarburos del agua domiciliaria de Villa Montes (época lluviosa).

Cabe añadir que el análisis de suelos impactados por agua contaminada por hidrocarburos se realizó para conocer los efectos directos de dichas aguas en los suelos de cultivo y lechos de río, evidenciar la acumulación de hidrocarburos en los mismos y verificar si existe alguna incidencia en la productividad agrícola. Los análisis básicos de suelos, incluyendo el parámatero TPH, se han realizado en Ipa, Los Monos y Caigua, lugares en los que, en años anteriores, se presentaron problemas por derrame de petróleo y lodo.

3. Resultados de la contaminación del agua

Por las características microregionales de la zona de estudio y porque se consideró importante realizar una análisis comparativo, los resultados de los análisis de aguas contaminadas se presentan en cuatro grupos:

- Fuentes de agua de las comunidades de influencia ubicadas en el margen este de la Serranía Aguaragüe, donde se encuentran Camatindi, Tahiguati, Ipa, Tarairí y Caigua.
- Los afluentes del río Pilcomayo en el margen derecho: Sábalo, Isiri y Los Monos.
- Tres lugares en el Río Pilcomayo: Sábalo, Puente Ustarez y Puesto Uno.

- Aguas distribuidas para consumo humano en Villa Montes y San Antonio; aguas del río Tampinta; agua de pozo de Algarrobal en la planicie del Chaco; y el agua acumulada por escorrentía de los suelos en biotratamiento del Pozo Camatindi, en la cima de la Serranía Aguaragüe.

La interpretación de los datos recogidos se realizó tomando como base de comparación los valores máximos admisibles en cuerpos de agua del reglamento de la Ley de Medio Ambiente. Dicho reglamento clasifica el agua en Clase A, B, C o D, cada una de ellas con una particularidad para su utilización.

En el caso de la interpretación de los datos que revelan contenido de TPH (Hidrocarburos Totales de Petróleo) en las aguas —parámetro que no está considerado en el reglamento de la Ley de Medio Ambiente—, para efectos de comparación se asumieron los parámetros de aceites y grasas que sí figuran en el mencionado reglamento. Teóricamente, los parámetros de aceites y grasas aglutinan mayor cantidad de hidrocarbonos, mientras que el TPH es más específico en cuanto a los carbonos de hidrocarburos. Se tomó en cuenta también el parámetro de hidrocarburos disueltos o emulsionados establecidos en las Directivas de la Comunidad Europea (este parámetro es prácticamente igual al TPH).

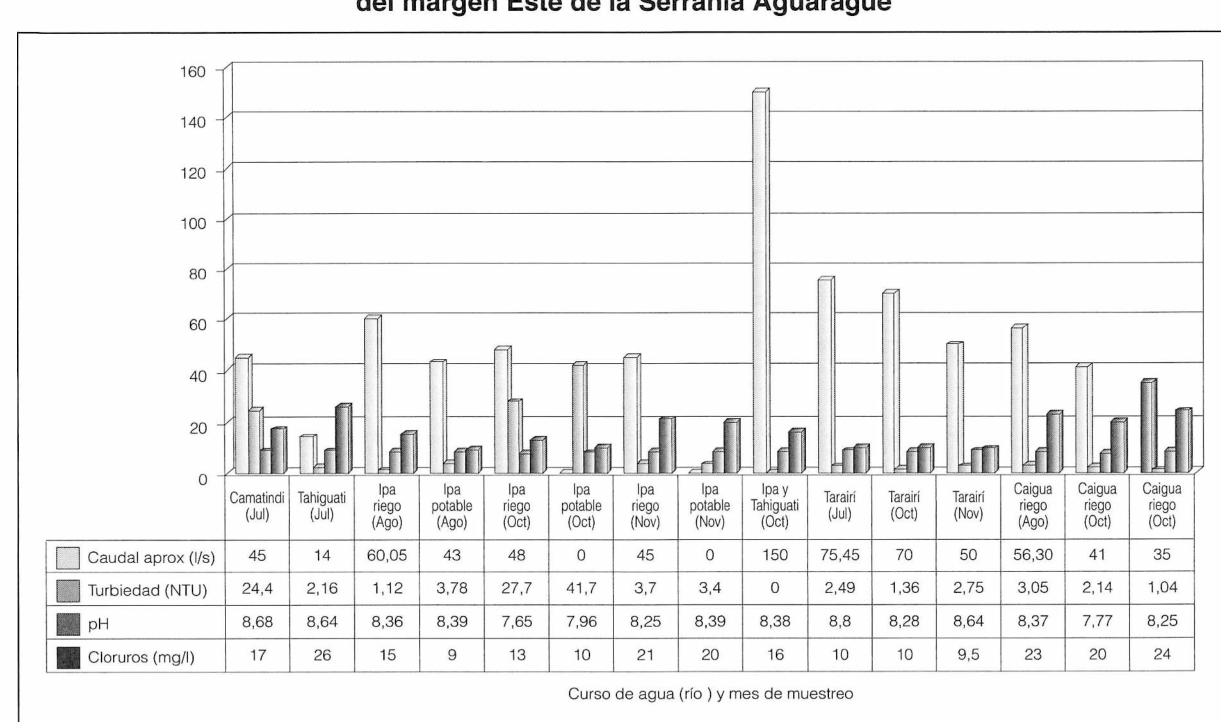
Con todo este conjunto de referencias, se ha llevado a cabo la respectiva relación, validación o confirmación de los datos obtenidos con los aportes de la información de los diferentes sectores a través de las entrevistas realizadas. Del conjunto de parámetros analizados, se ha interpretado los más significativos y críticos, los otros cumplen una función de apoyo (una sistematización extensa de los datos figuran en el Anexo C; los resultados de laboratorio se presentan en el Gráfico 1, Gráfico 2 y Gráfico 3).

3.1. Resultados obtenidos en las comunidades de influencia del margen Este de la Serranía Aguaragüe

El análisis de contaminación en este acápite corresponde a las aguas de influencia en las comunidades de Camatindi, Tahiguati, Ipa y Caigua que tienen como actividad principal la agricultura. En este caso, y con el objeto de obtener un análisis más completo de la calidad del agua de la zona, además de las visitas-trabajo realizadas y señaladas anteriormente (campañas), se incorporan los datos obtenidos durante las épocas de precipitación pluvial del segundo semestre de 2001.

Gráfico 1

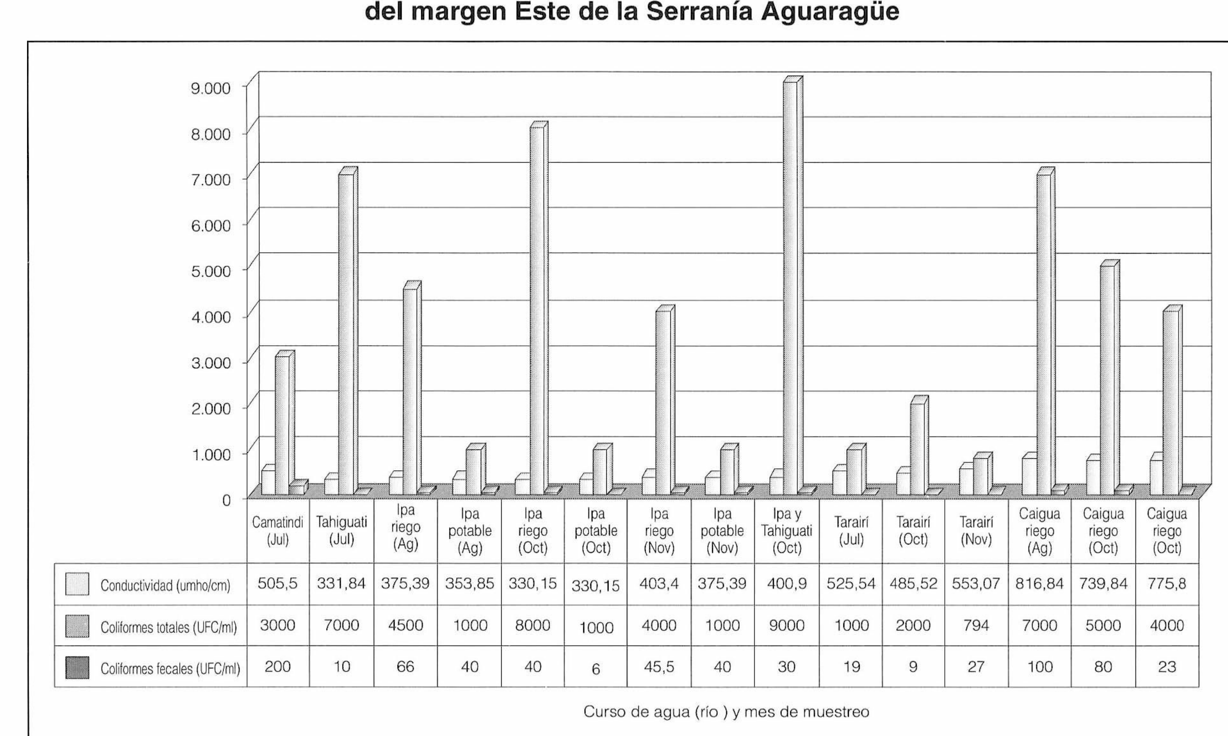
Parámetros de calidad del agua en comunidades de influencia del margen Este de la Serranía Aguaragüe



	Camatindi (Jul)	Tahiguati (Jul)	Ipa riego (Ago)	Ipa potable (Ago)	Ipa riego (Oct)	Ipa potable (Oct)	Ipa riego (Nov)	Ipa potable (Nov)	Ipa y Tahiguati (Oct)	Tarairí (Jul)	Tarairí (Oct)	Tarairí (Nov)	Caigua riego (Ago)	Caigua riego (Oct)	Caigua riego (Oct)
Caudal aprox (l/s)	45	14	60,05	43	48	0	45	0	150	75,45	70	50	56,30	41	35
Turbiedad (NTU)	24,4	2,16	1,12	3,78	27,7	41,7	3,7	3,4	0	2,49	1,36	2,75	3,05	2,14	1,04
pH	8,68	8,64	8,36	8,39	7,65	7,96	8,25	8,39	8,38	8,8	8,28	8,64	8,37	7,77	8,25
Cloruros (mg/l)	17	26	15	9	13	10	21	20	16	10	10	9,5	23	20	24

Fuente: Elaboración propia.

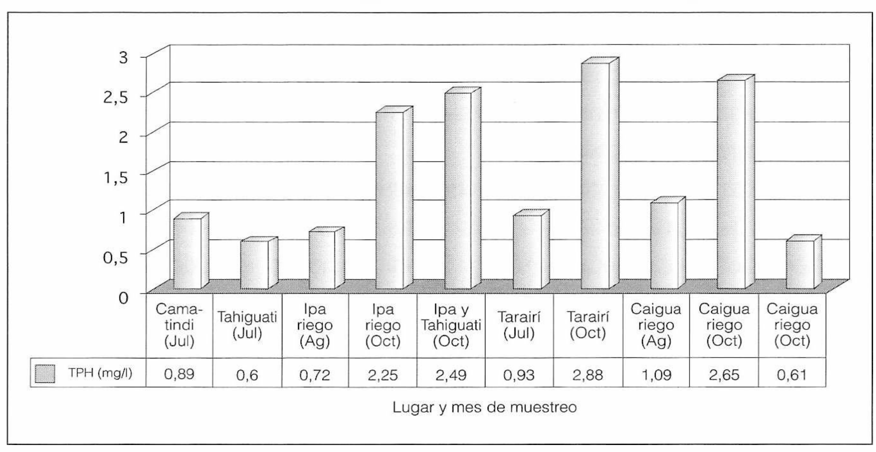
Gráfico 2
Parámetros de calidad del agua en comunidades de influencia del margen Este de la Serranía Aguaragüe



	Camatindi (Jul)	Tahiguati (Jul)	Ipa riego (Ag)	Ipa potable (Ag)	Ipa riego (Oct)	Ipa potable (Oct)	Ipa riego (Nov)	Ipa potable (Nov)	Ipa y Tahiguati (Oct)	Tarairí (Jul)	Tarairí (Oct)	Tarairí (Nov)	Caigua riego (Ag)	Caigua riego (Oct)	Caigua riego (Oct)
Conductividad (umho/cm)	505,5	331,84	375,39	353,85	330,15	330,15	403,4	375,39	400,9	525,54	485,52	553,07	816,84	739,84	775,8
Coliformes totales (UFC/ml)	3000	7000	4500	1000	8000	1000	4000	1000	9000	1000	2000	794	7000	5000	4000
Coliformes fecales (UFC/ml)	200	10	66	40	40	6	45,5	40	30	19	9	27	100	80	23

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3
Hidrocarburos totales de petróleo (TPH) de aguas en comunidades de influencia en el margen Este de la Serranía Aguaragüe



Fuente: Elaboración propia.

Los datos recogidos en los gráficos 1, 2 y 3[2] indican que entre julio y noviembre **el caudal** de los ríos no aumentó debido a las escasas lluvias, a excepción de la crecida del río Tahiguati —con turbidez y color rojizo—. El Tahiguati se une al río Ipa, que muestra permanentemente un aspecto cristalino. Ambos cursos han sido observados durante el mismo día y en la época de las primeras lluvias.

El máximo pH registrado en la zona es el que corresponde al río Tarairí. Esto significa que son las aguas más alcalinas del lugar, con un valor de 8,8 en julio (época de estiaje) y 8,28 en la época de inicio de lluvias. El valor mínimo registrado, 8,25 de pH,corresponde al agua de riego de Ipa (época de estiaje) y Caigua (época de las primeras lluvias).

---

[2] En los gráficos presentados se tienen las siguientes variaciones: el valor de turbidez por razones de escala del gráfico se presenta como cero ó como 1000 (en vez de >1000). El parámetro de Oxígeno disuelto en % no se grafica pero se toma en cuenta para su clasificación (los valores se encuentran en cuadro general de resultados del anexo C).
Los valores de la demanda química de oxígeno que representa el contenido de materia orgánica, no se grafican por ser rangos pequeños comparadas al rango permisible de la norma de Medio Ambiente. Estas consideraciones también se ajustan para los demás gráficos.

En cuanto al **análisis de cloruros**, el valor más alto registrado es de 26 mg/l para el agua del río Tahiguati (en época estiaje) y de 20 mg/l en la unión de los ríos Ipa y Tahiguati (tiempo de crecida). El mínimo registrado es de 9 a 10 mg/l en el río Ipa en las dos épocas de estudio. En todos los casos, el valor es menor a los rangos que establece la normativida medioambiental del país en el que se establece un valor de 250 mg/l. Los parámetros de cloruros registrados en la zona, por tanto, no significan peligro alguno para distintos usos.

Respecto de los **parámetros de conductividad** —los que expresan el grado de salinidad de las aguas—, el mayor registro obtenido es el que procede del río Caigua: 816 micromhos/cm en época de estiaje y 739 micromhos/cm en época de las primeras lluvias. El valor mínimo registrado es de 331,84 micromhos/cm en el río Tahiguati (en estiaje) y 330,15 micromhos/cm en el río Ipa, en la época de las primeras lluvias. Esto significa que el río Caigua es el más salino de la zona. Los ríos Tahiguati e Ipa son los de menor contenido de salinidad.

Los mayores **registros de coliformes fecales** —aquellos que denotan la presencia de microorganismos causantes de enfermedades gastrointestinales—, se hallan en el río Camatindi (200 UFC/ml en época estiaje) y en el río Ipa (40 UFC/ml en la época de las primeras lluvias). Los valores mínimos corresponden al río Tahiguati en época de estiaje (10 UFC/ml) y a la toma de agua potable de Ipa en la época de las primeras lluvias (6 UFC/ml)

Respecto al contenido de **Hidrocarburos Totales de Petróleo** (TPH) en las aguas de la zona, el valor más elevado registrado es el que corresponde al río Tarairí, con 2,88 mg/l en la época de las primeras lluvias y 0,93 mg/l en época de estiaje. Estos datos son verdaderamente sorprendentes porque no se sospechaba la existencia de TPH en este río dado que en su parte superior no existen pozos petroleros. Otro dato que llama la atención por su alto nivel es el registrado en el río Ipa, 2,25 mg/l en la época de las primeras lluvias. El valor mínimo de TPH se presenta en el río Tahiguati y Caigua en la época de estiaje con un 0.6 y 0.61 mg/l, respectivamente.

Clasificación de aguas

El análisis que se presenta a continuación (ver Cuadro 21) clasifica las aguas de la zona en base a los parámetros señalados en el reglamento de la Ley de Medio Ambiente. Como se señaló anteriormente, se incide especialmente en la presencia del parámetro que

indica la presencia de hidrocarburos (TPH) y se toma en cuenta el parámetro de hidrocarburos disueltos o emulsionados en base a las Directivas de la Comunidad Europea. Respecto al parámetro de conductividad, se lo cataloga en base a la norma de clasificación de aguas para riego del Misterio de Agricultura de Estados Unidos.

Cuadro 21
Clasificación de aguas según su aptitud de uso y parámetros de influencia correspondientes al lado Este de la Serranía Aguaragüe

Fuente de agua	Clasificación (A,B,C,D)*, (C_i)**y (A_i)***	Parámetros de influencia	Observaciones
Río Camatindi	B C, A3 C2	pH, Turbiedad, Oxígeno disuelto, Coliformes fecales. Hidrocarburos (TPH) Conductividad eléctrica.	Epoca de estiaje (julio)
Río Tahiguati	B C, A3 C2	PH Hidrocarburos (TPH) Conductividad eléctrica	Epoca de estiaje (julio)
Río Ipa	B C, A3 C2	Coliformes fecales Aceites y grasas Hidrocarburos (TPH) Conductividad eléctrica	Agua de riego, época de estiaje (agosto y noviembre)
	B D, A3 C2	Turbiedad, Oxígeno disuelto, Coliformes fecales Hidrocarburos (TPH) Conductividad eléctrica.	Agua de riego, época inicio de lluvias (octubre)
	B C C2	Coliformes fecales Aceites y grasas Conductividad eléctrica	Toma de agua potable, época de estiaje (agosto y noviembre).
	B C C2	Turbiedad, Oxígeno disuelto, Coliformes fecales Aceites y grasas Conductividad eléctrica	Toma de agua potable, época inicio de lluvias (octubre) bajo del límite de detección
Río Ipa y Tahiguati (unión de ríos)	B D, A3 C2	Turbiedad, Oxígeno disuelto, Coliformes fecales. Turbiedad, Hidrocarburos (TPH) Turbiedad, aceites y grasas. Conductividad eléctrica	Unión de los dos ríos en época de inicio de lluvias (octubre)

(Continúa en la siguiente página)

Cuadro 21 *(Continuación)*

Clasificación de aguas según su aptitud de uso y parámetros de influencia correspondientes al lado Este de la Serranía Aguaragüe

Fuente de agua	Clasificación (A,B,C,D)*, (C_i)**y (A_i)***	Parámetros de influencia	Observaciones
Río Tarairí	B	Oxígeno disuelto, Coliformes fecales	Epoca de estiaje (julio, noviembre) , también época de primeras lluvias (octubre) en este caso el valor es mas elevado.
	D, A3	Hidrocarburos (TPH)	El valor oxígeno esta cerca clase A.
Río Caigua	B D, A3 C3	Oxígeno disuelto, Coliformes fecales Hidrocarburos (TPH) Conductividad eléctrica	Lugar: Canal de riego, primeras parcelas.

Donde: i=1,2 ó 3.

* Clasificación de cuerpos de agua según su aptitud de uso. Reglamento en Materia de contaminación Hídrica del reglamento de la Ley del Medio Ambiente. En el caso del parámetro aceites y grasas se asume como Hidrocarburos totales de petróleo TPH. (ver cuadro de rangos permisibles en Anexo D)

A. Desinfección para uso como agua potable y sin restricción para otros usos (recreación, riego, cría intensiva de peces).

B. Tratamiento físico y desinfección para uso como agua potable y sin restricción para otros usos(recreación, riego, cría intensiva de peces).

C. Tratamiento físico, químico completo (coagulación, floculación, filtración) y desinfección, para uso como agua potable; no para riego de hortalizas de consumo crudo y frutas de cáscara delgada (que se ingieren sin separar la cáscara).

D. Almacenamiento prolongado o presedimentación y tratamiento físico, químico completo (coagulación, floculación, filtración) y desinfección, para uso como agua potable; no para protección de los recursos hidrobiológicos, no para riego de hortalizas de consumo crudo y frutas de cáscara delgada (que se ingieren sin separar la cáscara); no para cría intensiva de peces; no para abrevadero de animales.

** Clasificación de aguas de riego en términos de conductividad, referencia en base a Calidad de aguas para riego.
Agua de salinidad media (C2): (250 a 750 micromhos/cm), puede usarse cuando haya un agrado moderado de lavado del suelo. Se pueden cultivar plantas moderadas a las sales.
Agua altamente salina (C3): (750 a 2250 micromhos/cm), para usarse necesita una práctica especial de control de la salinidad, se debe seleccionar especies vegetales resistentes a la salinidad.
Agua muy altamente salina (C4): (mayor a 2250 micromhos/cm), no es apropiada para riego bajo condiciones ordinarias. Los suelos deben ser permeables, drenaje adecuado, aplicarse con exceso de agua.

*** Clasificación de calidad de aguas superficiales destinadas a la alimentación, según Directivas de la Comunidad Europea.

A_1, A_2, A_3 = Tratamientos tipo de las aguas superficiales para su utilización como agua potable.

A_1. Tratamiento físico simple y desinfección. Parámetro: 0.05 mg hidrocarburos disueltos o emulsionados por litro de agua.

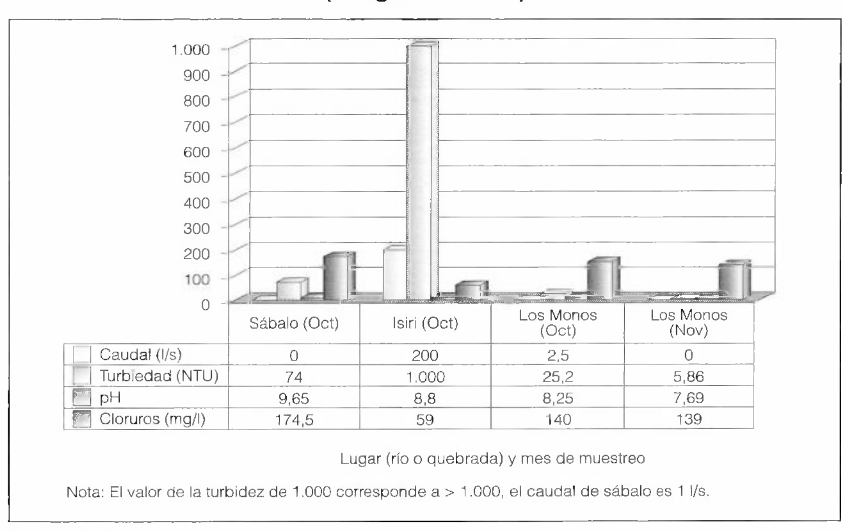
A_2. Tratamiento normal, físico, químico y desinfección. Parámetro: 0.2 mg. hidrocarburos disueltos o emulsionados por litro de agua.

A_3. Tratamiento físico, químico afinado y desinfección. Parámetro: 0.5 mg. hidrocarburos disueltos o emulsionados por litro de agua.

3.2. Resultados obtenidos en los afluentes del río Pilcomayo (margen derecho del río)

Los afluentes tomados en cuenta en este acápite son: la quebrada Sábalo, el río Isiri y la quebrada Los Monos. En la zona no existe población agricultora, pero su importancia en el estudio radica en que los tres afluentes desembocan en el río Pilcomayo y, por tanto, cobran influencia en el uso del río y en la actividad de las familias de pescadores del lugar. Como en el acápite anterior, los resultados del análisis se presentan, en primer lugar, en forma de gráficos (ver Gráfico 4, Gráfico 5 y Gráfico 6) apoyados, a su vez, por una cuadro sinóptico que contiene la **clasificación de aguas** (ver Cuadro 22).

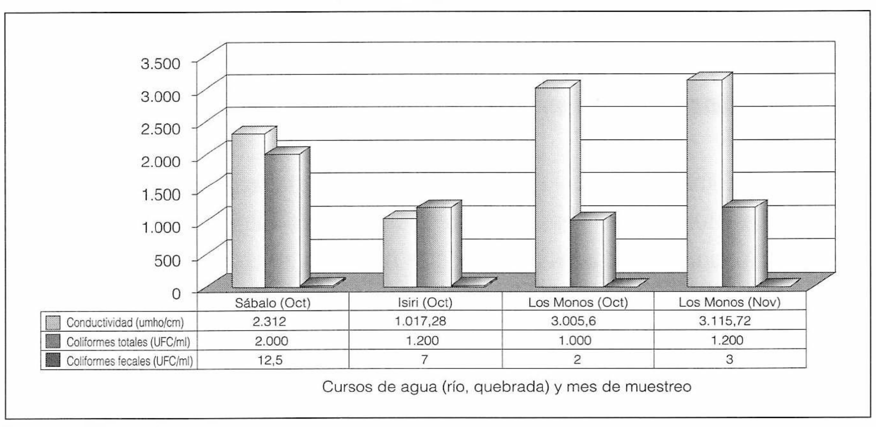
Gráfico 4
Parámetros de calidad de aguas de afluentes del río Pilcomayo (margen derecho)



	Sábalo (Oct)	Isiri (Oct)	Los Monos (Oct)	Los Monos (Nov)
Caudal (l/s)	0	200	2,5	0
Turbiedad (NTU)	74	1.000	25,2	5,86
pH	9,65	8,8	8,25	7,69
Cloruros (mg/l)	174,5	59	140	139

Fuente: Elaboración propia.

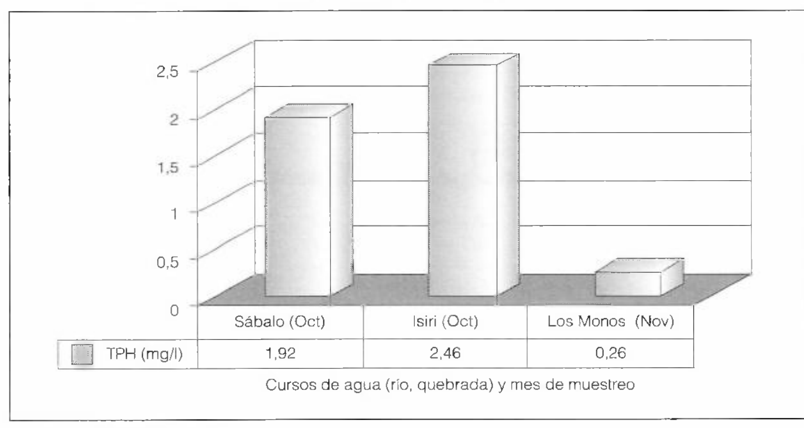
Gráfico 5
Parámetros de calidad de aguas de afluentes del río Pilcomayo
(margen derecho)



	Sábalo (Oct)	Isiri (Oct)	Los Monos (Oct)	Los Monos (Nov)
Conductividad (umho/cm)	2.312	1.017,28	3.005,6	3.115,72
Coliformes totales (UFC/ml)	2.000	1.200	1.000	1.200
Coliformes fecales (UFC/ml)	12,5	7	2	3

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6
Hidrocarburos totales de petróleo (TPH) de afluentes del río Pilcomayo
(margen derecho)



	Sábalo (Oct)	Isiri (Oct)	Los Monos (Nov)
TPH (mg/l)	1,92	2,46	0,26

Fuente: Elaboración propia.

Entre julio y octubre el río Pilcomayo registró un aumento de su caudal de 27.000 a 35.000 l/s, aproximadamente, y una baja en noviembre, a 28.000 l/s aproximadamente (estos valores no se representan en los gráficos por razones de escala).

En el transcurso del análisis, el río Isiri fue el afluente que registró un mayor caudal (200 l/s); su aspecto turbio se debía a la crecida sucedida días antes del muestreo. El Isiri es el afluente de mayor longitud en la Serranía Aguaragüe.

La quebrada Sábalo presentó un caudal mínimo de 1 l/s, con aspecto cristalino, levemente amarillo. Durante el muestreo, sin embargo, se observaron plantas entrampadas en las cañerías que atraviesan la quebrada, lo que significa que se produjeron niveles considerables de crecida que arrastró la señalada vegetación. La muestra tomada producía burbujas al ser agitada, lo que denota un agua con características especiales. El muestro se realizó a mediados de octubre.

El muestreo realizado en la quebrada Los Monos —en octubre y en noviembre— se realizó a tres kilómetros de la principal ruta de transporte del lugar (Villa Montes Tarija). El caudal registrado en octubre fue mínimo en octubre (2,5 l/s aproximadamente) e inexistente en noviembre. La muestra tomada en este último caso corresponde a un agua parcialmente detenida.

De los tres afluentes, las quebrada de Sábalo y Los Monos registran el mayor nivel de alcalinidad: un pH de 9,65 en época de inicio de lluvias en el primer caso, y un pH de 7,6 en época de estiaje en el segundo.

Los mayores niveles de cloruros registadros corresponden a las aguas de la quebrada Sábalo (174,5 mg/l) y a las de la quebrada Los Monos (140 mg/l), ambos en época de lluvias.

La conductividad encontrada es mayor en la quebrada Los Monos, con 3.115,72 y 3.005,6 micromhos/cm en época de estiaje y de lluvis, respectivamente. El valor mínimo registrado de este parámetro corresponde al río Isiri, con 1.017,28 micromhos/cm en época de las primeras lluvias, lo que señala que el nivel de salinidad de la quebrada Los Monoes es cerca de tres veces mayor que la del río Isiri.

Los valores de las coliformes fecales no son muy elevados. La quebrada Sábalo registra el mayor nivel con 13 unidades por mililitro (UFC/ml). El valor mínimo se encuentra en la quebrada Los Monos con 2 UFC/ml, en época de las primeras lluvias.

Respecto al contenido de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH), los valores más elevados son los del río Isiri en época de las primeras lluvias (2.46 mg/l) y los de la quebrada Los Monos en época de estiaje (0.26 mg/l).

Cuadro 22
Clasificación de aguas según su aptitud de uso y parámetros correspondientes de los afluentes del río Pilcomayo (margen derecho)

Fuente de agua	Clasificación (A,B,C,D)*,˙ (C_i)**y (A_i)***	Parámetros de influencia	Observaciones
Quebrada Sábalo	B C D, A3 C4	Oxígeno disuelto, Coliformes fecales. Turbiedad pH, Hidrocarburos (TPH) Conductividad eléctrica	Agua con producción de burbujas al ser agitada. Época de primeras lluvias
Río Isiri	B C D, A3 C3	pH, Oxígeno disuelto, Coliformes fecales. Turbiedad Hidrocarburos (TPH) Conductividad eléctrica	Epoca de primeras lluvias (octubre)
Quebrada Los Monos	B A3 C4	Oxígeno disuelto, Hidrocarburos (TPH) Hidrocarburos (TPH) Conductividad eléctrica	Agua con poco caudai (época de primeras lluvias) y agua detenida en pocita (Estiaje) Es el agua de mayor salinidad.

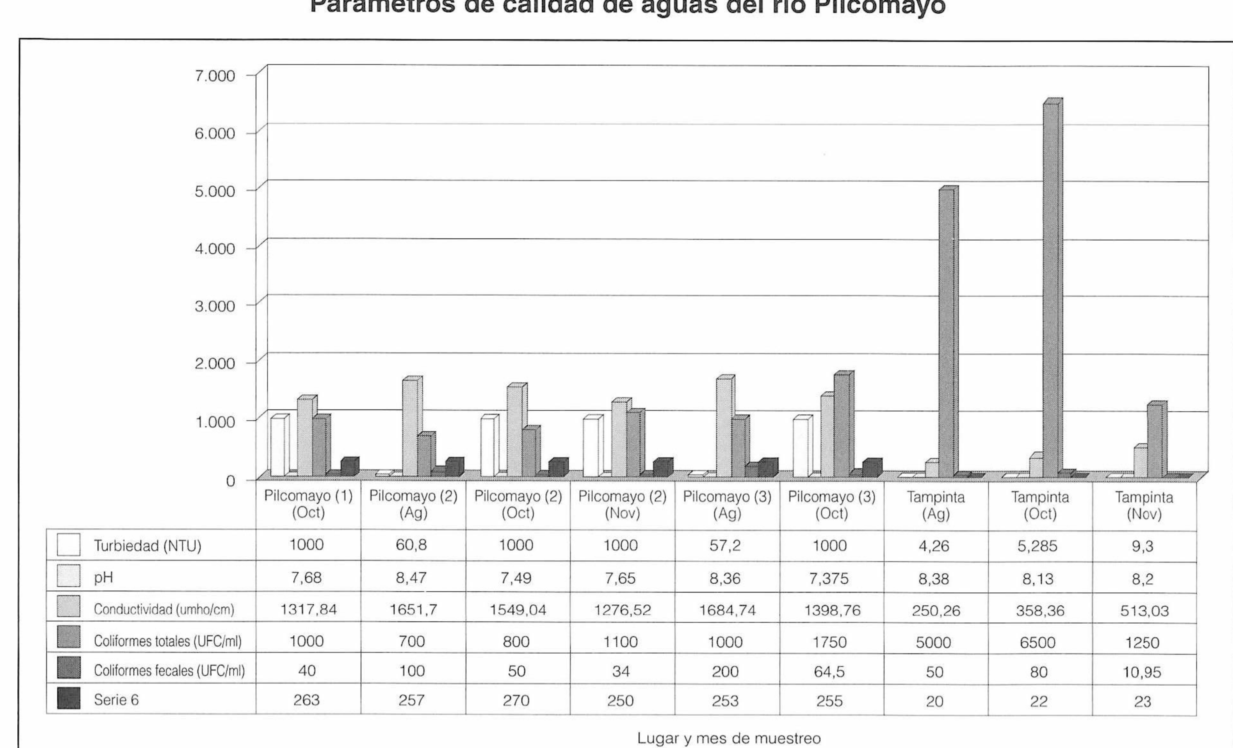
3.3. Resultados obtenidos en el río Pilcomayo

El análisis de contaminación de aguas en el Pilcomayo (ver Gráfico 7 y Gráfico 8) se realizó en tres puntos nodales: Sábalo, Puente Ustarez y Puesto Uno. Con fines comparativos se incluyó el análisis de aguas del río Tampinta, afluente del Pilcomayo y fuente de agua potable de Villa Montes. El análisis concluye —como en los anteriores casos— con la sinópsis de la clasificación de aguas.

Entre julio y octubre el caudal del río Pilcomayo registró un aumento aproximado de 27.000 a 35.000 l/s.; en noviembre bajó a 28.000 l/s, aproximadamente.

El valor pico superior de pH del Pilcomayo se registra en Puente Ustarez (8,37 en época de estiaje), lo que significa que en el tramo Sábalo-Puente Ustarez se producen aportes de sustancias alcalinas que no sólo incrementan el nivel de pH sino que explican la existencia de aguas termales próximas a Puente Ustarez.

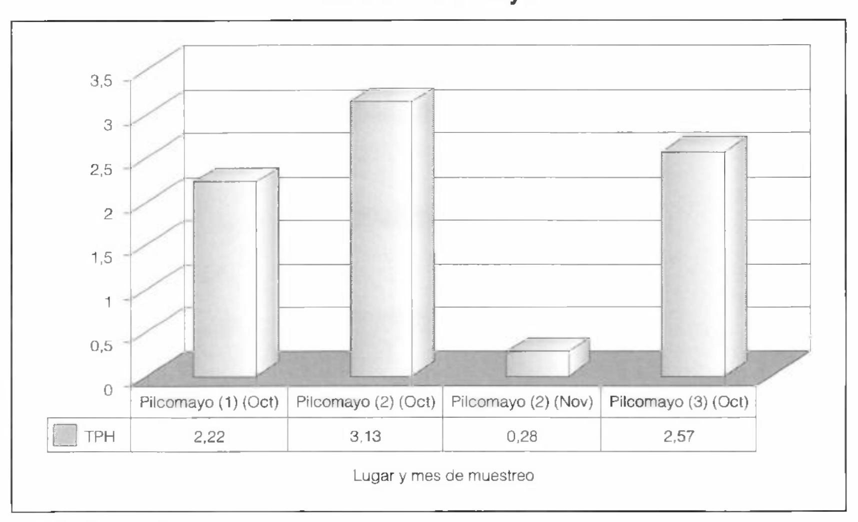
Gráfico 7
Parámetros de calidad de aguas del río Pilcomayo



	Pilcomayo (1) (Oct)	Pilcomayo (2) (Ag)	Pilcomayo (2) (Oct)	Pilcomayo (2) (Nov)	Pilcomayo (3) (Ag)	Pilcomayo (3) (Oct)	Tampinta (Ag)	Tampinta (Oct)	Tampinta (Nov)
Turbiedad (NTU)	1000	60,8	1000	1000	57,2	1000	4,26	5,285	9,3
pH	7,68	8,47	7,49	7,65	8,36	7,375	8,38	8,13	8,2
Conductividad (umho/cm)	1317,84	1651,7	1549,04	1276,52	1684,74	1398,76	250,26	358,36	513,03
Coliformes totales (UFC/ml)	1000	700	800	1100	1000	1750	5000	6500	1250
Coliformes fecales (UFC/ml)	40	100	50	34	200	64,5	50	80	10,95
Serie 6	263	257	270	250	253	255	20	22	23

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 8
Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)
del río Pilcomayo



Fuente: Elaboración propia.

El nivel de **conductividad eléctrica** en Puente Ustarez es el más alto en la zona de pie de monte: 1.651 micromhos/cm época de estiaje. Esta cifra prácticamente multiplica por dos la conductividad de las otras aguas de la zona, pero representa la mitad de la cifra registrada en la quebrada Los Monos.

La conductividad mínima de la zona también se registra en el Puente Ustarez (1.276,32 micromhos/cm) en época de estiaje.

En cuanto a la presencia de **coliformes fecales**, el valor más elevado corresponde a Puesto Uno en la época de estiaje y sin crecidas (200 UFC/ml) y el valor mínimo a Puente Ustarez en noviembre (34 UFC/ml).

El análisis de **contenido de hidrocarburos (TPH)** evidencia que los valores son mayores en el periodo de inicio de lluvias. El valor pico de 3,13 mg TPH/l se registra en Puente Ustarez; ese valor va descendiendo hasta 2.57 mg/l en Puesto Uno. Estas cifras son semejantes a las registradas en Ipa, Tarairí, Caigua y quebrada Sábalo. El valor mínimo de contenido de hidrocarburos es de 0.28 mg/l y corresponde a Puente Ustarez en noviembre.

Cuadro 23
Clasificación de aguas según su aptitud de uso y parámetros de influencia del río Pilcomayo

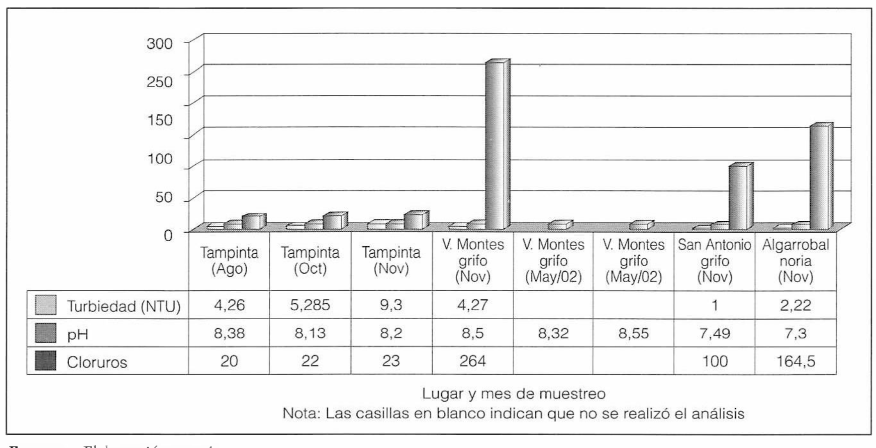
Curso de agua	Clasificación (A,B,C,D)*,' (C_i)**y (A_j)***	Parámetros de influencia	Observaciones
Río Pilcomayo (1)	B C D,A3 C3	Oxígeno disuelto, Coliformes fecales, cloruros. Turbiedad Hidrocarburos (TPH) Conductividad eléctrica	Lugar: Cerca de la quebrada Sábalo
Río Pilcomayo (2) Puente Ustarez	B C D, A3 C3	Coliformes fecales, Cloruros Turbiedad, TPH (Nov) Hidrocarburos (TPH) (Oct) Conductividad eléctrica	Epoca inicio de lluvías y estiaje. (Octubre) (Noviembre) respectivamente
Río Pilcomayo (3) Puesto Uno	B C, A3 D C3	Oxígeno disuelto (agosto), Coliformes fecales (octubre), Cloruros. Coliformes fecales (agosto) Hidrocarburos (TPH) (oct) Conductividad eléctrica	Es el agua que tiene mayor coliformes fecales

3.4. Resultados obtenidos en Villa Montes, San Antonio, Algarrobal y fuentes referenciales

A diferencia de los anteriores, los análisis siguientes corresponden a muestras tomadas en puntos situados fuera de cursos de agua, con la única excepción de la muestra del río Tampinta, cuya particularidad obedece al hecho de que en su parte superior tiene como afluente la quebrada Agua Fría, el punto específico desde donde Villa Montes se provee de agua para consumo humano.

El muestreo de aguas se realizó en grifos de la red de distribución de Villa Montes y San Antonio. En el caso de la comunidad Algarrobal se tomaron muestras mediante bombeo manual de un pozo surgente. Otra muestra tomada en cuenta como referencia corresponde al agua de escurrimiento de suelos en biotratamiento ubicada en la planchada del pozo Camatindi X-1000 (los resultados globales de los análisis se registran en el Gráfico 9, Gráfico 10 y Gráfico 11; la **clasificación de aguas** en el Cuadro 24).

Gráfico 9
Parámetros de calidad de aguas distribuidas para consumo humano, incluida la fuente Tampinta



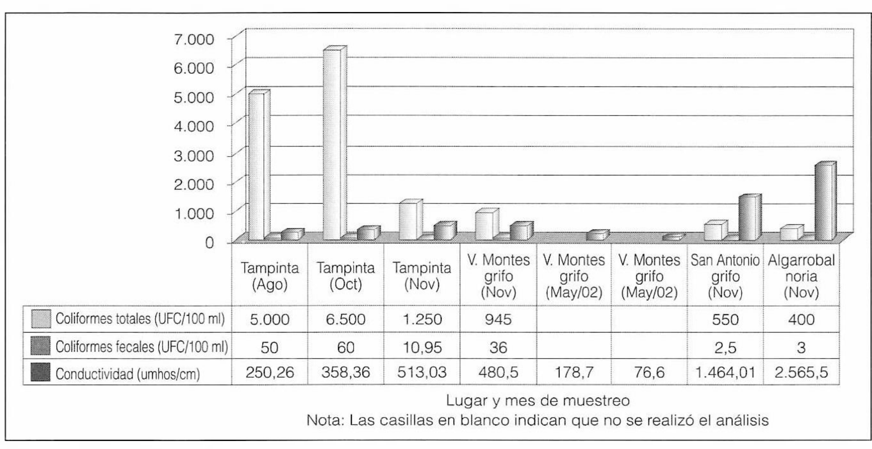
	Tampinta (Ago)	Tampinta (Oct)	Tampinta (Nov)	V. Montes grifo (Nov)	V. Montes grifo (May/02)	V. Montes grifo (May/02)	San Antonio grifo (Nov)	Algarrobal noria (Nov)
Turbiedad (NTU)	4,26	5,285	9,3	4,27			1	2,22
pH	8,38	8,13	8,2	8,5	8,32	8,55	7,49	7,3
Cloruros	20	22	23	264			100	164,5

Lugar y mes de muestreo

Nota: Las casillas en blanco indican que no se realizó el análisis

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10
Parámetros de calidad de aguas distribuidas para consumo humano, incluida la fuente Tampinta



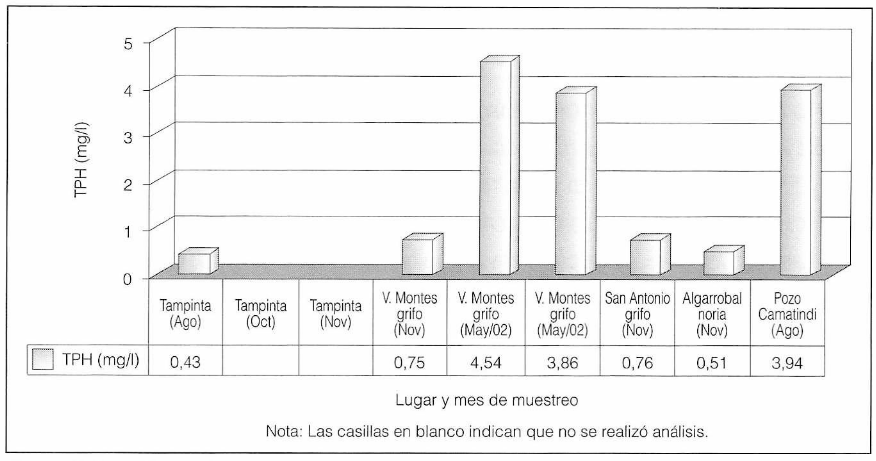
	Tampinta (Ago)	Tampinta (Oct)	Tampinta (Nov)	V. Montes grifo (Nov)	V. Montes grifo (May/02)	V. Montes grifo (May/02)	San Antonio grifo (Nov)	Algarrobal noria (Nov)
Coliformes totales (UFC/100 ml)	5.000	6.500	1.250	945			550	400
Coliformes fecales (UFC/100 ml)	50	60	10,95	36			2,5	3
Conductividad (umhos/cm)	250,26	358,36	513,03	480,5	178,7	76,6	1.464,01	2.565,5

Lugar y mes de muestreo

Nota: Las casillas en blanco indican que no se realizó el análisis

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 11
Hidrocarburos Totales de Petróleo en aguas domiciliarias incluyendo la fuente Tampinta y una referencia de aguas de un *landfarming*



Fuente: Elaboración propia.

Antes de reseñar los resultados obtenidos en el análisis, cabe señalar que el agua de consumo humano de Villa Montes procede —como se dijo antes— de la quebrada Agua Fría y del río Iguembre, ambos afluentes del río Tampinta. Las dos aguas se unen para su distribución en Villa Montes. La muestra de grifo analizada corresponde a esas dos vertientes.

Uno de los puntos críticos del análisis se registró en mayo de 2002, en temporada de lluvias menudas y persistentes. En este punto, el agua presentó claras señales de turbidez con coloración amarillenta y luego rojiza, sin percepción de olor de hidrocarburos.

En los demás casos, el agua se presentó clara y cristalina, excepto en el caso de las aguas de depósito conocidas como "trampas" de aceites y grasas en la planchada Camatindi, en donde la muestra corresponde a un agua estancada por aproximadamente un mes, con un volumen de 25 litros a sol abierto. En este caso, el agua no presentaba olor fuerte de hidrocarburos y en las paredes del depósito se observó crecimiento de algas, lo que explica el color amarillo verdoso de las aguas analizadas.

Respecto del caudal del río Tampinta, en agosto, octubre y noviembre se registró un decremento de 70, 35 y 25 l/s, respectivamente; el referido caudal no aumentó

aún después de una lluvia en Villamontes en octubre, hecho que se atribuye a las escasas lluvias y ausencia de recarga de acuíferos en la zona.

El pH más elevado registrado en la zona corresponde al agua de grifo de Villa Montes, con valores de 8,5 y 8,55 en época de estiaje (noviembre) y en época de lluvias (mayo de 2002), respectivamente. El pH mínimo corresponde al agua de Algarrobal con un valor de 7,3.

La conductividad eléctrica es muy elevada en las aguas de la comunidad Algarrobal (2.585,15 micromhos/c) y las más bajas corresponden al agua de grifo de Villa Montes (76,6 y 178,7 micromhos/cm en aguas turbias en época de lluvias) y a las del río Tampinta en época de estiaje (250 micromhos/cm).

Las coliformes fecales tienen el valor más elevado (60 UFC/ml) en el río Tampinta en la época de las primeras lluvias y el mínimo nivel registrado es de 3 UFC/ml, en Algarrobal y San Antonio.

El contenido de TPH más crítico corresponde al agua de grifo de Villa Montes y San Antonio: 4.54 mg/l en aguas turbias en época de lluvia persistente; 3.86 mg/l en aguas claras en la época de estiaje; y de 0.75 mg/l en el agua de Algarrobal y del río Tampinta.

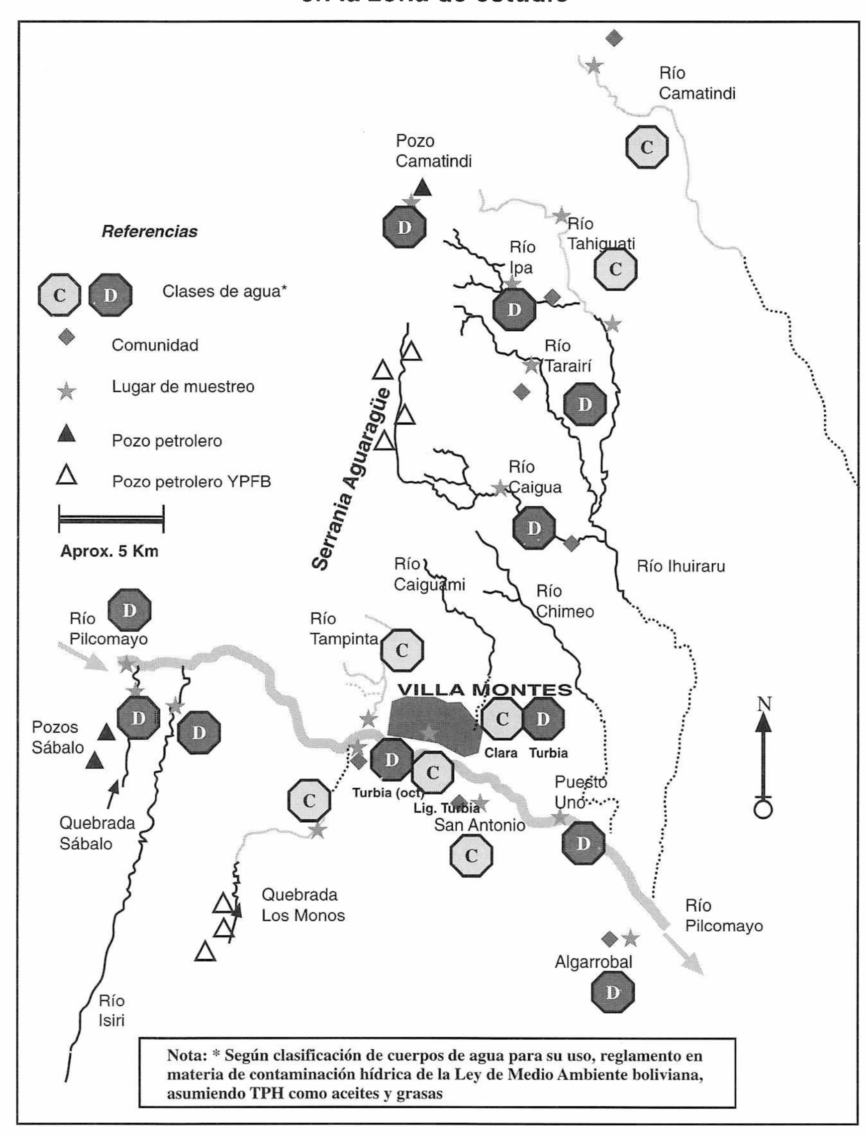
El análisis del agua detenida de la planchada Camatindi —que en este caso evalúo exclusivamente la presencia de hidrocarburos (TPH)— registró un valor de 3,94 mg de hidrocarburos por litro de agua, el más alto de todos los análisis de TPH realizados en el estudio y sólo semejante a los hallados en el agua turbia de Villa Montes.

Antes de concluir la presentación de los resultados de contaminación obtenidos, cabe señalar que dichos resultados y su consiguiente relación con las restricciones para el uso de aguas se desarrollan al final de este capítulo, en el acápite de las conclusiones (igualmente, la importancia del parámetro de presencia de hidrocarburos en las aguas y su clasifica se ve reflejada detalladamente en la Figura 10).

Cuadro 24
Clasificación de aguas según su aptitud de uso y parámetros de aguas de consumo en Villa Montes, San Antonio y Algarrobal, una referencia de aguas de un landfarming

Fuente de agua	Clasificación (A,B,C,D)*,˙ (C_i)**y (A_i)***	Parámetros de influencia	Observaciones
Quebrada Tampinta.	B C, A3 C2	Oxígeno disuelto, Coliformes fecales. Hidrocarburos (TPH) (oct). Conductividad eléctrica.	Epoca de estiaje (agosto). Inicio de lluvias (octubre). Estiaje por pocas lluvias (noviembre)
Agua potable de Grifo de Villa Montes.	B C, A3 C2	Coliformes fecales, cloruros. Hidrocarburos (TPH). Conductividad eléctrica.	Epoca de estaje (por escasa lluvia, noviembre). Epoca de lluvia menuda constante (mayo/2002). El TPH se elevó.
Agua de grifo de San Antonio.	B C, A3 C3	Coliformes fecales. Hidrocarburos (TPH). Conductividad eléctrica.	Comunidad San Antonio. El agua es la que menos coliformes tiene.
Agua de pozo o noria de Algarrobal.	B C,A3 C4	Coliformes fecales. Hidrocarburos (TPH). Conductividad eléctrica.	Comunidad Algarrobal.
Estanque, trampas de aceites y grasas. Camatindi X-1000.	D,A3	Hidrocarburos (TPH) (Ag).	Agua de escorrentía de las áreas de landfarming (tratamiento biológico de suelos). Epoca de estiaje (agosto).

Figura 10
Clasificación de aguas según TPH en la zona de estudio



Fuente: Elaborado en base a cartas geográficas del IGM

4. Resultados de la contaminación del suelo con incidencia de aguas contaminadas por hidrocarburos

Para determinar la contaminación de suelos con incidencia de aguas contaminadas se realizaron los siguientes análisis básicos: pH, sólidos totales disueltos y conductividad. Para determinar la presencia de hidrocarburos, se utilizó el ya descrito método de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) (los lugares de muestreo son descritos en el Cuadro 25; el Gráfico 11 expresa la calidad de suelos).

Cuadro 25
Lugares de muestreo de suelo

Comuni-dadó Lugar	Lugar específico	Características
Ipa	Cabecera de microriego (inicio de cultivos, próximo al depósito de agua potable).	Ipa (agosto) Clase de suelo: Franco limoso Cultivo: maíz en ladera.
	Cabecera de microriego (próximo a quebrada).	Ipa 1 (octubre) Clase de suelo: Franco limoso Cultivo: Cítricos y maíz. Suelo con pocos trabajos de manejo.
	Cabecera de microriego (a 200 m).	Ipa 2 (octubre) Clase de suelo: Franco Cultivo: Maíz, Suelo con trabajos de manejo.
	Cabecera de microriego (próximo a quebrada a 200 m).	Ipa 1(noviembre) Clase de suelo: Franco limoso Cultivo: Cítricos y maíz. Suelo con pocos trabajos de manejo.
	Cabecera de microriego (próximo al depósito de agua potable). Suelo cultivado.	Ipa 2 (noviembre) Clase de suelo: Franco Cultivo: maíz. Suelo con trabajos de manejo.
Caigua	Lecho de río Caigua próximo a cabecera de microriego (inicio de plantación).	Caigua (agosto) Clase de suelo: Areno limoso sin cultivos. Caigua (octubre) Clase de suelo: Areno limoso sin cultivos.

(Continúa en la siguiente página)

Cuadro 25 *(Continuación)*
Lugares de muestreo de suelo

Comuni-dadó Lugar	Lugar específico	Características
	Cabecera de microriego a1 Km .	Caigua (octubre) cabecera Clase de suelo: Franco Cultivo: - Tomate
	Lecho de río Caigua próximo a cabecera de microriego	Caigua (noviembre) Clase de suelo: Areno limoso sin cultivos.
Quebrada Los Monos	Lecho de quebrada Los Monos a 3 Km de la ruta principal Villa Montes -Tarija	Los Monos (octubre) Clase de suelo: Areno limoso sin cultivos.
		Los Monos (noviembre) Clase de suelo: Areno limoso sin cultivos.
Quebrada Sábalo	Lecho de quebrada Sábalo (próximo a vado ruta del campamento volante de Petrobras)	Sábalo (octubre) Clase de suelo: Areno limoso sin cultivos.

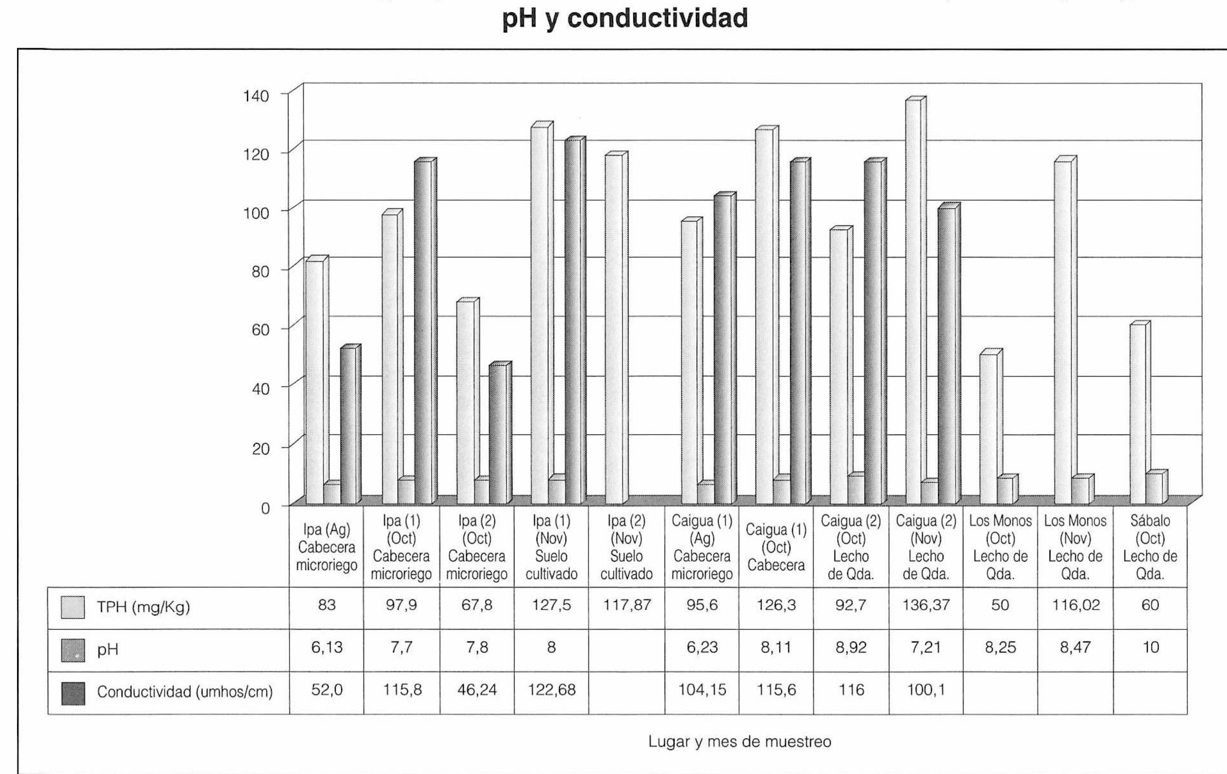
[En el Gráfico 11 no se incluyeron los valores de la conductividad para las quebradas Los Monos y Sábalo por su valor elevado comparado a los otros y por razones de escala; esos valores son los siguientes: Los Monos (octubre): 984 mmhos/cm; Los Monos (noviembre): 625 mmhos/cm; Sábalo (octubre) 15.760 mmhos/cm.]

[Para el suelo cultivado de Ipa (2), noviembre, no se realizó el análisis de pH y conductividad]

5. Percepciones sociales sobre la contaminación del agua

Como se ha señalado al principio de este capítulo, aquí se presentan las percepciones sociales sobre la temática de contaminación de aguas y su relación con la actividad hidrocarburífera. Para recoger esas percepciones se han realizado entrevistas a diversos actores locales y regionales que, además ofrecer una visión sobre la temática central del estudio, refieren datos sobre la situación socioeconómica de la zona, actividades agrícolas, ganaderas y forestales, y especialmente sobre el cumplimiento de la normatividad medioambiental.

Gráfico 12
Calidad de suelos según parámetros de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), pH y conductividad



	Ipa (Ag) Cabecera microriego	Ipa (1) (Oct) Cabecera microriego	Ipa (2) (Oct) Cabecera microriego	Ipa (1) (Nov) Suelo cultivado	Ipa (2) (Nov) Suelo cultivado	Caigua (1) (Ag) Cabecera microriego	Caigua (1) (Oct) Cabecera	Caigua (2) (Oct) Lecho de Qda.	Caigua (2) (Nov) Lecho de Qda.	Los Monos (Oct) Lecho de Qda.	Los Monos (Nov) Lecho de Qda.	Sábalo (Oct) Lecho de Qda.
TPH (mg/Kg)	83	97,9	67,8	127,5	117,87	95,6	126,3	92,7	136,37	50	116,02	60
pH	6,13	7,7	7,8	8		6,23	8,11	8,92	7,21	8,25	8,47	10
Conductividad (umhos/cm)	52,0	115,8	46,24	122,68		104,15	115,6	116	100,1			

Fuente: Elaboración propia.

5.1. Percepciones de las comunidades en el margen Este de la Serranía Aguaragüe

Camatindi, Ipa, Caigua

En términos generales, la percepción de los pobladores de estas comunidades refleja la invisibilidad de los impactos de contaminación debido a que no han vivido contingencias concretas o alarmas de contaminación extensa.

Sin embargo, pese a que la población no cuenta con datos precisos ni experiencias concretas de contaminación de aguas, existe la percepción de que si dicho fenómeno se presenta, sólo podría obedecer a la presencia de productos químicos o petroleros que emergen de la actividad hidrocarburífera que se desarrolla en la zona.

Por otra parte, está ampliamente difundida la idea que la contaminación medioambiental está asociada con los cambios climáticos, cuyos efectos ocasionarían impactos adversos a la productividad agrícola.

En medio de la invisibilidad generalizada de fenómenos de contaminación ambiental que se percibe en la zona, los pobladores de la comunidad de Ipa, sin embargo, recuerdan haber notado la presencia de hidrocarburos en el agua de las cabeceras de los acuíferos cercanos al pozo petrolero Camatindi, lo que —a juicio de los comunarios— terminará afectando la producción de cítricos del lugar.

Un hecho que sí recuerdan los pobladores de las comunidades es la contaminación de agua ocurrida en 1999 debido a las filtraciones que produjo la perforación de un pozo petrolero de la empresa Chaco S.A.

Una percepción también generalizada, esta vez comparativa en el tiempo, les hace pensar a los comunarios de la zona que hace 20 años existía una diversidad de animales —sardinas y yacarés— que ahora no existen.

Los representantes de la petrolera Chaco S.A., por su parte, informaron que la empresa realizó monitoreos de filtraciones de lodo base-agua. Los resultados de esos estudios dejaron establecido que el uso de bentonita (una arcilla expansiva) —utilizada para la perforación y fractura de rocas en el caso de la penetración de la formación geológica Tupambi— produjo la coloración rosada de las aguas del río Ipa. Los análisis realizados a lo largo de este río, sin embargo, no arrojaron resultados de contaminación.

Chaco S.A. informó también que para los monitoreos ambientales sobre los trabajos de perforación contratan otras empresas que se ocupan de la vigilancia ambiental

durante sus operaciones. En el caso concreto de las filtraciones detectadas fueron contratadas las empresas Serpetbol y Quebracho. Los resultados de su trabajpo fueron presentados a las autoridades nacionales.

Los voceros de Chaco S.A. afirmaron también que para evitar la contaminación de los recortes de lodo petrolero de la perforación del pozo Camatindi X-1000, efectuaron el biotratamiento aerobio de suelos denominados como Landfarming. Para ello analizaron un área de aproximadamente de 20.000 m^2 (dos hectáreas) con revolteo de suelos y recortes a una profundidad de 30 cm. Las áreas de análisis se dividiereon en cinco partes, cada una de ellas con sus respectivas bermas (canales para evitar la entrada y salida de aguas de escorrentía) que permiten recolectar las aguas en "trampas" pequeñas de aceite. Este sistema de biotratamiento se realiza con el objeto de alcanzar niveles de TPH menores al uno por ciento, nivel acordado con autoridades ambientales nacionales para remediar el impacto de pasivos ambientales.

La petrolera que opera en el lugar asegura también que no existen escorrentías que pudieran contaminar las aguas de Ipa, gracias a las bermas construidas y la capacidad de agua del suelo removido. Esta afirmación es admisible siempre y cuando se produzcan lloviznas leves, pero cuando la lluvia es intensa y persistente, se producen escurrimientos e incluso arrastre de sedimento, tal como esta investigación observó en el limpiado de uno de los estanques, en mayo de 2002.

Respecto de Caigua, la principal preocupación de sus pobladores es la disminución de caudal de agua, motivo por el que bajó su producción agrícola. Existe también la percepción de que cuando llueve en la zona se produce arrastre de petróleo en la quebrada.

Por referencias anteriores, se sabe que en tiempos de YPFB el control de contaminación por petróleo en las aguas de la zona era inexistente y los pobladores ignoraban que el agua contaminda con la que regaban sus propiedades era la razón de la pérdida de sus cultivos.

En la actualidad, los pobladores —más atentos a los fenómenos que produce la actividad hidrocarburífera— no visualizan manchas oleosas en el agua, pero sin embargo perciben que el agua de consumo no es completamente potable. Observan, además, que el sistema de distribución de agua por cañerías ha cumplido su vida útil debido a que los caños metálicos se encuentran oxidados.

En general, en los pobladores de la zona existe desconfianza por los trabajos de consultoría que realizan las empresas petroleras para la necesaria coordinación social que

debe existir por el impacto de la actividad hidrocarburífera en la zona. Igual desconfianza se percibe respecto de los trabajos de reforestación que esas empresas llevan adelante.

Existe también la percepción generalizada de que los campamentos petroleros de YPFB han contaminado el agua hace unos 30 años, y que por ello en Caigua se ha perdido la producción de cítricos, acualmente en proceso de recuperación.

Otra percepción generalizada de los pobladores de esta zona es que las compensaciones a los afectados por contaminación de agua y suelos debido al derrame de lodo petrolero años atrás no fue equitativa y que, en algunos casos, muchos de los afectuados no la recibieron.

En ese sentido, vale la pena rescatar las aseveraciones de un representante de la comunidad de Caigua: "El agua significa vida, y si no se la defiende ahora, de aquí a 20 ó 30 años Villa Montes será como Potosí, se quedará sin riqueza".

En esa misma dirección, la opinión de un consultor indica que el principal problema que se tiene en la zona con las empresas petroleras es la paulatina contaminación de acuíferos, tanto superficial como subterránea. "El tratamiento no está llegando a ser suficiente para poder mitigar este impacto y los impactos recién se van a poder ver a largo plazo", señaló el mencionado consultor.

5.2. Percepciones en los afluentes del río Pilcomayo, margen derecho

Sábalo, Los Monos

En la quebrada Sábalo no existen poblaciones, allí opera un campamento móvil de la empresa Petrobras. El supervisor de base y el coordinador ambiental de dicha empresa, ofrecieron sus percepciones.

Petrobras espera que el Bloque San Antonio (campo Sábalo) tenga mayores niveles de producción hidrocarburífera que los que existen en San Alberto (Caraparí). Dicha producción será transportada a través de dos ductos, uno de gas y otro de condensados, hacia las actuales instalaciones de Villa Montes.

Para el tratamiento de lodos petroleros, Petrobras utiliza adsorción térmica, una tecnología de punta a nivel nacional que ninguna otra empresa emplea. Los lodos petroleros hasta ahora procesados —según el personal citado de la empresa— se encuentran dentro de los parámetros normales y dependen de la profundidad del pozo. La empresa trabaja perforaciones de hasta 5.500 metros.

Los personeros entrevistados indican que el tratamiento ambiental de las áreas en que operan, sin tomar en cuenta los costos de manejo y estabilización del talud, elevan notablemente los costos totales de operación de la empresa.

Respecto de la contaminación de las aguas del Pilcomayo, los funcionarios de Petrobras afirman que la minería ha sido la primera fuente de contaminación, hace varios años. Señalan que sus estudios toman en cuenta las previsiones necesarias que permitan mantener la calidad de aguas del río Isiri. Si bien la empresa no tiene pozos instalados en el lugar, toman previsiones respecto del transporte de hidrocarburos que atravesará el río.

En la quebrada Los Monos tampoco se encuentran poblaciones. La más cercana es la comunidad El Puente. Esta comunidad no se provee de agua de esta quebrada, por sus niveles de contaminación.

En El Puente se entrevistó a la familia Avendaño, una de las pioneras en emprendimientos de agricultura en Villa Montes. La percepción de los Avendaño es que su producción agrícola siempre fue bajando; dicen no ser favorecidos por la mala calidad del agua del río Pilcomayo.

Esta familia también tiene muy claro el problema que generan en la zona los pasivos ambientales (pozos abandonados) dejados por YPFB y confirma el arrastre de petróleo en las aguas de la quebrada.

En otro ámbito, diferentes instituciones de Villa Montes confirman tener conocimiento de los varios derrames de petróleo que sufrió el lugar y las medidas que se tomaron en busca de remediar el problema.

5.3. Percepciones de contaminación en el río Pilcomayo

Otra percepción generalizada recogida de representantes e instituciones de Villa Montes señala que se ha intentado —a través de visitas e investigaciones preliminares en la quebrada Los Monos y el río Pilcomayo— poner en evidencia los niveles de contaminación que se presentan en el lugar. Sin embargo, y a pesar inclusive de haber enviado muestras de peces a las autoridades nacionales para su respectivo análisis, no se ha conocido respuesta alguna de dichas autoridades. Por ello se critica el deficiente nivel de coordinación existente entre instituciones de Villa Montes y las mencionadas autoridades.

Se afirma también que no existe un estudio de investigación serio sobre la contaminación de las aguas del río Pilcomayo, y que estos estudios recién se van a realizar de

manera seria y sistemática en enero de 2002 a través de un financiamiento de la Comunidad Económica Europea. Según los entrevistados, ese estudio permitirá realizar muestreos de forma sistemática a través de una estructura de estaciones ubicadas espacialmente en diferentes lugares de la cuenca del río. Se afirma que la toma de nuestras debe hacerse en forma continua, por lo menos una cada mes y acompañadas de una serie de análisis físicos, químicos, bacteriológicos y de materiales pesados (Ingeniero Abel Barroso).

Existe también la percepción de que los pozos abandonados por YPFB significan una bomba de tiempo para el pueblo de Villa Montes, porque consideran que es posible que las válvulas ("arbolitos") de estos pozos revienten y causen un verdadero desastre en el río Pilcomayo.

Respecto de la incidencia o prevalencia de enfermedades por consumo de agua del Pilcomayo (gastroenteritis y diarrea), no se tienen reportes específicos, se afirma que no existe el seguimiento de casos correspondiente y se dice que se mantienen los niveles de prevalencia de hace 15 años. Sin embargo, se tiene la percepción de que la ausencia de esos mecanismos no significa que, a largo plazo, no se presenten índices de enfermedad debido a los insumos de la minería y los de las actividad hidrocarburífera que, finalmente, terminan en las aguas del Pilcomayo (Iradi, Distrito de Salud).

5.4. Percepciones de contaminación de aguas de consumo en Villa Montes, San Antonio y Algarrobal

El agua utilizada para consumo humano en Villa Montes no está sometida a ningún tipo de tratamiento y se distribuye por gravedad (sin bombas). Se ha anunciado recientemente que próximamente se implementará un sistema de agua potable con financiamiento de la GTZ (cooperación alemana). Sin embargo, el proyecto no ha previsto el potencial riesgo de contaminación de aguas por hidrocarburos bajo el supuesto de que en los puntos de toma de aguas no existen pozos petroleros.

La contaminación de agua potable por hidrocarburos no se percibe como un riesgo en la población de Villa Montes, aunque sí se afirma que los trabajos petroleros que se realizan en la Serranía Aguaragüe contaminan las vertientes y aguas subterráneas. Se señala que hace falta un estudio y la información suficiente respecto de los impactos medioambientales que estarían causando las empresas petroleras establecidas en la zona.

Donde sí se tiene una opinión más precisa de contaminación del agua es en San Antonio, porque el agua procede de la quebrada Los Monos, lugar donde —por la percepción generalizada de los pobladores del lugar— ocurren derrames de petróleo.

Pero además, los pobladores tienen conocimiento del caso en que se averió el sistema de toma de aguas de Capirendita y San Antonio. El accidente fue relacionado directamente con el derrame de petróleo proveniente de un pozo abandonado. "La toma parecía el desagüe de un taller mecánico; en esas condiciones, el agua fue contaminada por cerca de dos años, pero los informes técnicos de la alcaldía aseveraban que se trataba de aceites que botaban los camiones", afirmó un funcionario vinculado a una instittucion medioambientalista (Llanos, AMBIOCHACO).

La contaminación del agua de San Antonio fue corroborada por diferentes opiniones como las siguientes: "He podido estar en la toma y es fácil detectar el sabor, olor y manchas de aceite en el agua que baja directamente hasta San Antonio. No conozco ningún caso concreto de enfermedad, pero por conversaciones con los comunarios sé que el agua está llegando en ese estado" (Farfán, PROMETA); "La comunidad tiene dos tomas de agua, una que nace de una vertiente y que no fue afectada por el derrame, pero la otra sí se contamino y se tuvo que inhabilitarla para que no afecte" (Vallejos, Comité de agua Potable de San Antonio).

Finalmente, en Algarrobal se mencionan conflictos por el rebalse de fosas de lodos petroleros debido a las lluvias. Se afirma que dicho rebalse contaminó suelos arenosos y que existe la posibilidad de contaminación en el nivel freático. Dichas afirmaciones señalan además que la contaminación llegó a corrientes de agua subterránea donde se dectectaron altos niveles salinidad y trazas de hidrocarburos.

Conclusiones

- La época en que se realizó el presente estudio puede considerársela como de estiaje por las escasas lluvias que se presentaron en octubre. El dato es importante porque el caudal de las fuentes de agua al pie de la Serranía de Aguaragüe disminuyó progresivamente hasta noviembre. Sin embargo, los caudales observados son mayores a los proporcionados por PRONAR (2000), cuyo promedio incluye los periodos de verano e invierno en los sistemas hidrológicos de Ipa, Caigua y Tarairí. En el caso del caudal del río Caigua, en agosto se redujo aproximadamente en un 50

por ciento en comparación con el caudal de agosto de 2000, proporcionado a su vez, por PROMETA. Se mencionan estos datos porque influyen directamente en la actividad de los agricultores de la zona de estudio que se ven obligados a reducir las áreas de cultivo.

- Ingresando a los resultados obtenidos por nuestro estudio, comenzamos señalando que los parámetros de Oxígeno Disuelto (OD) y de Demanda Química de Oxígeno (DQO) hallados en todos los ríos estudiados, tienen valores aceptables que se sitúan entre las clases de agua de Clase A y Clase B, lo que nos indica que existe buena oxigenación en las pendientes del curso de agua para su recuperación. En cuanto al parámetro DQO, no existen niveles elevados de carga orgánica. Al respecto, en las aguas de pie de monte de la Serranía se presentan algunos peces sardinas que representan un buen indicador ambiental. Si bien no se ha analizado este indicador, merece tomarse en cuenta. A ese respecto, en la población de Ipa se indicó que la población pecuaria recién está comenzando a aparecer.
- Se ha detectado también una turbiedad elevada en todos los sistemas hidrológicos estudiados, fenómeno que se presenta producto de las crecidas con arrastre de materias arcillosas.
- En todos los análisis realizados en este estudio, el parámetro aceites y grasas es solo orientativo, debido a las pequeñas cantidades registradas, no ingresan al rango de sensibilidad del método de ensayo utilizado, por lo cual el parámetro TPH (Hidrocarburos Totales de Petróleo) viene a representar el contenido de grasas y aceites de hidrocarburos de manera mucho más representativas.
- Los valores mas críticos de la contaminación de tipo físico-químico se presentan por conductividad, muy pocos por el nivel de pH. La conductividad del agua detectada representa peligrosidad por la salinización del suelo. Se registraron los siguientes valores elevados (en mmhos/cm): quebrada Los Monos (3005,6); Algarrobal (2.565) y Sábalo (2.312). Estos valores clasifican a las aguas estudiadas en la Clase C4 (agua muy altamente salina); y si bien las aguas de Los Monos y Sábalo no son utilizadas para riego por no existir sembradíos en la zona, el agua de Algarrobal merece atención puesto que es utilizada para consumo humano. Un valor de conductividad inmediatamente menor a los señalados es el registrado en el río Isiri (1.017mmhos/cm).
- Por otra parte, la salinidad del agua de Caigua (775 a 816 mmhos/cm) es la más elevada del lugar, si se la compara con la registrada en as aguas de los demás ríos

que se utilizan al pie de la Serranía. Dicha salinidad es aproximadamente 50 por ciento menor a la del Río Pilcomayo. que registra un nivel de 1317 a 1398mmhos/cm. Estos parámetros de conductividad clasifican las aguas en Clase C3 (altamente salina), lo cual significa que su utilización debe someterse a prácticas de control de salinidad y selección de especies vegetales tolerantes a las sales. Los demás ríos, el Camatindi y el Tarairí con valores que oscilan entre los 505 y 553 mmhos/cm, y el Tahiguati, el Ipa y el Tampinta, con 330 a 400mmhos/cm, corresponden a la Clase C2 (agua de salinidad media), cuyo uso es recomendable para riego con un grado moderado de lavado de suelos.

- En cuanto al monitoreo encargado por la empresa Chaco S.A. —por la contingencia ocurrida en Ipa— se detectó un valor bajo de conductividad antes de las filtraciones, y un valor situado en el orden de los 300 micromhos/cm después de las filtraciones. En nuestro caso, todas las pruebas realizadas nos entregaron valores que oscilan entre los 330 y400 micromhos/cm, con valores mayores en la época de noviembre, lo que significa que el agua mantiene su contenido de sales o que obedece los patrones de emanación de las filtraciones.
- Actualmente, la conductividad eléctrica de las aguas de Caigua se ha elevado considerablemente en un 50 pro ciento (en comparación con los datos de PRONAR, 1995/96). Esta situación nos ofrece una referencia en el sentido de que el contenido de sólidos totales disueltos y la salinidad también se elevan.
- En determinados sectores de la zona de estudio se observaron diversos niveles de salinidad en la superficie del suelo. En el caso de la población agricultora de Caigua, esos niveles de salinidad obliga a los campesinos a incrementar los trabajos de manejo de suelos, lo que redunda negativamente en su economía.
- El agua más alcalina registrada por nuestro estudio corresponde a la quebrada Sábalo, con un pH de 9.65, y con la posibilidad de estar afectada con hidróxidos que se utilizan en las perforaciones de pozos petroleros. Otras alcalinidades menores se atribuyen a rangos de pH entre 8,8 y 8,64 registrados en los ríos Tahiguati, Camatindi, Tarairí e Isiri. Los niveles de pH más aceptables se registran en las aguas de las comunidades Ipa, Caigua, Los Monos, San Antonio, Pilcomayo y Algarrobal.
- Respecto de la contaminación microbiológica, detectada por la presencia coliformes fecales en las aguas, responsables, a su vez, de las enfermedades

diarreícas, nuestro estudio la ha encontrado en todas las aguas, pero con diferentes rangos. Según la Ley de Medio Ambiente, gran parte de los niveles de coliformes fecales encontrados pertenecen a la Clase B, lo que supone que todas las aguas necesitan tratamiento físico y desinfección para usarse como agua potable, excepto en el caso del agua de la quebrada Los Monos que se categoriza en la clase A y que, por tanto, sólo requiere desinfección.

- Sin embargo, respecto de este mismo parámetro (coliformes fecales) existe otra norma para evaluar los sistemas de abastecimiento de agua potable en pequeñas comunidades. Se trata de la norma del Centro Internacional de Agua y Saneamiento (CIR, Holanda; 1998) que define como permisible un contenido inferior a 10 UFC/ 100 ml para pequeños abastecimientos de agua de bebida. Si se tomara en cuenta esta norma en Bolivia, serían permisibles —respecto del contenido de coliformes— el agua potable de IPA y las agua de los ríos Tarairí, Isiri, Tahiguati, Los Monos, San Antonio y Algarrobal (en época estiaje).
- Respecto de las aguas superficiales, nuestro estudio ha determinado niveles de coliformes fecales menores a 10 UFC/100 ml en el agua del área de estudio, excepto —por supuesto— en Algarrobal que utiliza agua subterránea. Asimismo, se puede confirmar que no existe ganado numeroso ni fauna silvestre en la región, y se ha constatado también que no se dispersan aguas residuales domésticas por la zona, ambos factores que que elevan el contenido de coliformes. Y aún en el caso de la dispersión de excrementos de ganado dispersos —lo cual fue observado en la ruta a la planchada del pozo Camatindi—, éstos sufren compostaje debido a las altas temperaturas del lugar, ocasionando la mortandad de las bacterias patógenas.
- El agua de Algarrobal, por otra parte, tiene un contenido de coliformes menor a todos los estudiados, dato que nos ofrece una importante referencia por encontrarse aislada de vectores patógenos, dado que la contaminación química por sales y metales solubilizados ejercen acción en los microorganismos.
- La contaminación de aguas por hidrocarburos (TPH) se presenta en diferentes niveles. Una mayoría notable clasifica a estas aguas en la Clase D en época de las primeras lluvias, y muy pocos casos en la Clase C en época de estiaje.
- En época lluviosa, cuando se producen las crecidas de los manantiales de Tampinta y Caiguamí, se presenta un agua turbia. Ésta es el agua que llega a los grifos de

Villa Montes con un TPH que oscila entre 4.54 y 3.86 mg/l. El aspecto turbio de estas aguas evita su utilización y, aparentemente, gracias a esta medida doméstica, disminuye el riesgo que representa. Sin embargo, se ha comprobado que estas aguas son utilizadas luego de realizarse un proceso natural presedimentación cuando las aguas reposan en los tanques de almacenamiento, hecho que representa un evidente riesgo a la salud humana.

- Otro de los valores elevados de TPH en aguas de la zona corresponde al agua detenida de la "trampa" de aceites que proviene del escurrimiento de suelos en biotratamiento del Pozo Camatindi de la empresa Chaco S.A. El valor de TPH detectado en estas aguas llega a 3.94 mg de TPH/l . Todos estos datos confirman que las aguas de escorrentía en época de lluvias eleva su contenido de hidrocarburos.
- El monitoreo realizado por nuestro estudio durante la época de las primeras lluvias arrojó valores mayores de TPH que en época de estiaje. Los valores de TPH registrados oscilan entre 3.13 y 1 mg TPH/l para los ríos de Caigua, Tarairí, Ipa, Pilcomayo (en los tres puntos analizados), Sábalo e Isiri. Ese valor de TPH clasifica a las aguas en la Clase D, por lo tanto, según la norma boliviana especificada en la Ley de Medio Ambiente, deben establecerse las siguientes medidas para el uso de estas aguas:

a) Presedimentación y tratamiento físico y químico completo (coagulación, floculación, filtración) y desinfección para uso como agua potable.
b) No recomendable para protección de los recursos hidrobiológicos.
c) No recomendable para riego de hortalizas de consumo crudo y frutas de cáscara delgada (aquellas que se ingieren sin separar la cáscara).
D) No recomendable para cría intensiva de peces.
e) No recomendable para abrevadero de animales.

- De acuerdo a la norma de la Comunidad Europea, en donde se especifica el contenido de hidrocarburos disueltos o emulsionados en aguas superficiales, la mayoría de las aguas analizadas en nuestro estudio corresponden a la Clase A3 y, por tanto, requieren un tratamiento físico-químico prolijo y desinfección.
- En el caso de Ipa se observó que después de una lluvia, y a 14 horas aproximadamente de haberse tomado la muestra, el agua —a pesar de mantener un aspecto claro— presenta contenidos de hidrocarburos (TPH).

- Debido a esa observación, se concluye que el aspecto claro del agua en las comunidades de Ipa y Caigua impide percibir el contenido de hidrocarburos, dato que merece la atención correspondiente, pues la evidente contaminación del agua por hidrocarburos puede afectar la salud de sus habitantes y las plantaciones en las que se utiliza ese agua para riego. Los agricultores saben que el riego de terrenos con aguas que contienen aceites "ahogan" al suelo y las plantas pero, muchas veces, sus necesidade de producción les exigen el uso de esas aguas.
- Para valorar críticamente la presencia de hidrocarburos en las aguas de la zona de estudio se menciona el siguiente ejemplo: el río Tarairi tiene un TPH de 2.88 mg/l y un caudal de 70 l/s; hechas las cuentas, estas cifras indican que 17,4 kilogramos de hidrocarburos diseminados en al agua recorren el cauce del río cada día, lo que equivale a 6,3 toneladas de hidrocarburos por año.
- Nuestro estudio concluye que no existe prevención alguna contra la contaminación del agua por hidrocarburos en época de estiaje. Pero además, establece que las aguas de Villa Montes, San Antonio, Algarrobal, Ipa, Caigua y Tahiguati —cuyos valores de contenido de hidrocarburos oscilan entre 0,93 y 0.51 mg de TPH/l—, corresponden a la Clase C, lo que quiere decir que si se las usa como bebida deben someterse an tratamiento físico-químico completo (coagulación, floculación, filtración) y desinfección. Iguales medidas deben aplicarse si se aplican las normas de la Comunidad Europea que calasifica a esas aguas como de Clase A3.
- Los ríos Tampinta, Pilcomayo en Puente Ustarez y Los Monos, todos ellos en época de estiaje registran valores menores de TPH en sus aguas. El rango en que fluctúan estos valores, de 0.43 a 0.26 mg/l , determina que estas aguas pertenenecen a la Clase C.
- Si se comparan los datos recogidos por nuestro estudio con otros de años anteriores, encontramos que el nivel de TPH del río Pilcomayo, en tiempo de estiaje y a la altura del Puente Ustarez, se mantiene el 2001 en los rangos registrados un año antes, el 2000. En el caso del río Ipa, en cambio, los valores de TPH se han doblado en el año 2001 respecto del 2000 tanto en época de estiaje como en la de lluvias.
- Sobre los estudios de monitoreo de aguas encargado por la petrolera Chaco S.A. después de las filtraciones de hidrocarburos ocurrida en Ipa en 1999, cuyos resultados no detectaron ni aceites ni grasas, nos parece importante hacer notar

que en el caso de nuestro estudio sí encontramos trazas de hidrocarburos, tanto en época de estiaje como en la de lluvia moderada. Es probable que el método utilizado por la consultora de la empresa Chaco S.A. no haya permitido captar la presencia de hidrocarburos en los rangos empleados, a diferencia del empleo del parámetro TPH, utilizado por nosotros con resultados positivos. Otro estudio, el encargado por la Prefectura de Tarija a la Universidad Juan Misael Saracho, también ha detectado presencia de hidrocarburos, aunque en menores proporciones.

- En base a esos datos, los pobladores de la comunidad de Ipa tienen razón por su permanente preocupación sobre la contaminación del agua que consumen. Es más, los actuales valores de salinidad de esas aguas mantienen el mismo nivel detectado en 1999, año de la filtraciones de petróleo. Sin embargo, hay que destacar que esos niveles de salinidad, de acuerdo a nuestro estudio, son menores a los obtenidos en Caigua, que se han incrementadoen un 50 por ciento respecto de los datos proporcionados por el Proyecto Nacional de Riego (PRONAR) en el periodo comprendido entre los años 1995 y 1996. Este último dato indica que se está produciendo un preocupante nivel de derrame de hidrocarburos que proviene de los pozos petrolíferos abandonados o de los trabajos de exploración que se desarrollan actualmente. El impacto de estos hechos se evidencia en las actividades agrícolas de Caigua, primero por la disminución del uso de esas aguas por su nivel de salinidad, y segundo porque esa dismunución provoca la reducción de las área de cultivo.
- Otra de las preocupaciones que manifiestan los pobladores de la región es la que surge de la probable contaminación de agua de consumo humano por hidrocarburos. Si bien no existen estudios específicos y sistemáticos sobre este probable efecto de contaminación de aguas, se sabe que el consumo de esas aguas provoca daños al sistema nervioso, al higado y al riñón.
- Merece un acápite aparte la presentación de los datos obtenidos por nuestro estudio relacionados con la Contaminación de suelos por hidrocarburos próximos a cursos de agua desarrollados a continuación.
- La contaminación de suelos de las áreas agrícolas de Ipa y Caigua presentan contaminación por hidrocarburos con rangos de 83 a 127.5 mg/Kg para Ipa, y de 92.7 a 136.4 mg/Kg para Caigua.

- Una primera referencia útil para determinar los niveles tolerados de contaminación de suelo por hidrocarburos está contenida en los estudios de Fitchko (1989) y Canter (1998). Esos niveles son los siguientes:

  a) 10 mg para los hidrocarburos Deciclopentadieno y Naftaleno.
  b) 100 mg/Kg para el Pentano, Ciclohexano, Benceno, Tolueno Xileno y Fenol.
  c) 1000 mg/Kg para el Octano.
  d) 10000 mg/Kg para el Ciclopentano, Heptanos, Heptenos, Hexanos, Hexenos.

- En base a estos valores de referencia y por las características de las muestras obtenidas en nuestro estudio (muestras que se presentaron sin olor pronunciado a hidrocarburos), se puede afirmar que si las muestras obtenidas contienen Pentano y Ciclohexano, los suelos de Caigua e Ipa presentan riesgos con efectos negativos para la producción agrícola.
- Es necesario señalar que si bien actualmente no se perciben impactos negativos sobre la producción agrícola de Ipa y Caigua, los efectos de contenido de TPH dependerán de los trabajos de manejo de suelos que se puedan hacer (revolteo de tierras, aplicación de abonos, riegos y cultivos realizados). En todo caso, todos los datos obtenidos indican que los suelos de esas comunidades exigen mayores trabajos agrícolas de prevención.
- Otro acápite conclusivo que mereció particular atención en nuestro estudio es el referido al origen o fuentes de contaminación.
- Los caminos de acceso a los pozos exploratorios de hidrocarburos y las sendas de exploración se constituyen en uno de los orígenes del arrastre de sólidos en suspensión en toda el área estudiada. Nuestra investigación ha constatado la existencia de desmoronamiento de taludes y socavamiento de suelos en zonas cercanas al río Isiri, en el camino de acceso a la planchada del pozo Camatindi X-1000 y en las rutas que conducen a los campos Escondido y Suris, próximos a la comunidad Algarrobal situada en la planicie chaqueña.
- El arrastre de sedimentos es una fuente de contaminación en época de lluvias porque el granito de arena que contiene provoca la colmatación de las partes bajas del río Pilcomayo.

- Respecto de la contaminación por coliformes fecales, nuestro estudio ha establecido que no tiene carácter acentuado en las aguas que se encuentran en el pie de la Serranía Aguaragüe. Dicha contaminación proviene principalmente de las defecaciones de los animales, cuyo impacto no es significativo. De todas maneras, y de manera colateral, llama la atención la escasa fauna encontrada en el lugar, hecho que indica que existen indicios de un desequilibrio del ecosistema.
- En la planchada del pozo Camatindi X-1000, a pesar de que se desarrolla un proceso de biotratamiento de recortes de lodo con objetivos de llegar a concentraciones por debajo del 1 por ciento de TPH (menos de 10.000 mg/Kg), y si bien el escurrimiento de aguas no es acentuado por el movimiento de tierras que se realiza en las áreas de landfarming, es posible afirmar que existen trazas de hidrocarburos que contaminan el agua de Ipa.
- Nuestra investigación ha constatado también que los pozos petrolíferos que se encuentran en la cabecera de los acuíferos de Caigua no se encontraban sellados adecuadamente. Por ese motivo, dichos pozos, en época de lluvias, rebalsaban con facilidad, provocando que los líquidos contaminanes que contienen desemboquen en la quebrada. Actualmente, y gracias a las gestiones de representantes de la comunidad, el pozo se encuentra sellado. De todas maneras, consideramos que esta solución es paliativa dado que en cualquier momento puede producirse nuevamente un rebalse del pozo.
- En Caigua, debido a las propiedades geológicas específicas del área y por la existencia de pozos petroleros abandonados, se presenta contaminación por salinidad y presencia de hidrocarburos. Los niveles de contaminación detectados se explican por los trabajos de prospección intensivos que se desarrollan en el área en los últimos años y que han provocado fracturas de los veneros de aguas salinas, lo que, a su vez, explica el aumento de salinidad del agua de Caigua.
- En el caso de la quebrada Los Monos se han identificado bajos niveles de concentración de TPH en lugares próximos a la carretera principal de la región que une Villa Montes con la ciudad de Tarija. Esto significa que los trabajos de remediación están dando resultados. Sin embargo, en la parte superior uno de los afluentes de la quebrada, en el lugar en que se realiza la toma de agua potable de San Antonio, se ha detectado contaminación por hidrocarburos.

- En la quebrada Sábalo, las potenciales fuentes de contaminación de agua se deben a la perforación exploratoria de los pozos situados en el lugar. Las muestras de agua analizadas en nuestro estudio contienen un elevado nivel de pH ocasionado por la utilización de cal (hidroxido de sodio) como acondicionador. La verificación de estos datos no fue posible por la imposibilidad de ingresar a la zona de las planchadas de los pozos Sábalo, de propiedad de la empresa Petrobras.
- En el río Pilcomayo, en el tramo Sábalo-Puente Ustarez, se han detectado efectos contaminantes de hidrocarburos por parte de un afluente que no proviene de las quebradas Sabalo y Los Monos. En cuanto a los altos niveles de salinidad en las aguas del lugar, éstos se deben al afluente de aguas termales muy próximo al Puente Ustarez.
- Un dato sorprendente obtenido por nuestro estudio es el elevado contenido de hidrocarburos que presenta el río Tarairí. Se trata de un nivel inclusive mayor al detectado en el agua de Ipa. Esto indica que en la parte superior del río Tarairí existen afloramientos de hidrocarburos que están contaminando el agua o que existe un proceso de filtración de hidrocarburos en las aguas. Esta situación expresa un riesgo de contaminación a largo plazo. Se debe recalcar que que el valor de TPH registrado en el Tarairí, que llega a 2,88, es mucho mayor al TPH de Ipa.
- Finalmente, en las cabeceras de los ríos Tampinta y Caiguamí, donde no existen pozos petroleros de ninguna naturaleza (ni pasivos ambientales ni pozos de exploración), se ha detectado presencia de hidrocarburos. El dato merece un estudio más profundo, sin embargo, y en base a los resultados globales de nuestra investigación, es posible que en la región se estén produciendo efectos contaminantes por emanaciones naturales o por los trabajos petroleros de exploración sísmica que han podido ocasionar fracturas en las fallas geológicas de la zona. Esta última posibilidad es refrendada por la opinión de un representante de la comunidad de Caigua que señala que la Serranía "se esta convirtiendo en un verdadero 'cernidor', debido a las explosiones de exploración sísmica que realizan las petroleras y que afectan las corrientes subterráneas de agua".

CAPÍTULO CINCO

Impactos ambientales de la actividad hidrocarburífera en la población

En el curso del presente estudio han surgido diversas preguntas formuladas tanto por los actores entrevistados como por el equipo investigador relacionadas con la intensa actividad hidrocarburífera que se desarrolla en la Serranía Aguaragüe.. Mencionamos algunas de ellas:

- ¿Como será la Serranía de aquí a 10 ó 20 años?
- ¿Serán alcanzados los objetivos del Parque de Reserva Nacional y del Área Natural de Manejo Integrado que se han definido para la región?
- ¿Hasta dónde el proceso de contaminación de los recursos agua y suelo, producto de la exploración y explotación de gas y petróleo, ponen en riesgo la subsistencia de las familias que se encuentran asentadas al pie de la Serranía?
- ¿Cómo se explotan los recursos naturales renovables y no renovables?
- ¿Cómo se concibe el uso sostenido de esos recursos?

Los resultados obtenidos por el estudio, por supuesto, están abiertos a una mayor profundización. La intención es reflejar cómo siente y cómo vive la población el deterioro ambiental que se advierte en la región. Interesa, además, conocer cuál es la relación que se establece entre los diferentes actores involucrados en la problemática y recoger las evocaciones de los pobladores respecto de su medio ambiente en el pasado.

Específicamente, el estudio describe las relaciones y características de las principales organizaciones de la zona, el entorno institucional de los actores, el impacto de la actividad hidrocarburífera en la agricultura, en el ámbito forestal, la fauna, la ganadería

y en la salud de los pobladores. Todo ello en el marco del proceso de marginalidad y exclusión que vive la población desde hace muchos años.

A propósito de este último aspecto, el estudio no puede dejar de reflejar las expectativas que tiene la población del departamento de Tarija, y específicamente la del área de estudio, respecto del esperado incremento de regalías que percibirá la región por la existencia de los inmensos volúmenes de reservas de gas y petróleo probados que se encuentran en la Serranía.

En este contexto, se trata de reflejar la cruda realidad que vive la población asentada en torno a las inmensas riquezas hidrocarburíferas de la región —sobre todo la más cercana a las áreas de explotación— que se encuentra ante un doble juego de expectativas: obtener algunos beneficios económicos que le permitan mejorar sus deterioradas condiciones de vida y preservar su medio ambiente, del que depende su subsistencia.

1. Los actores en la zona de estudio

Para un mejor desarrollo de este acápite, clasificamos esquemáticamente a dos principales actores en la zona de estudio: los actores internos y externos. Los actores internos, a su vez, se clasifican de la siguiente manera: representantes de las organizaciones de base (OTBs) y organizaciones del pueblo indígena Weenhayek; Organizaciones No Gubernamentales (ONG) vinculadas a la problemática: PROMETA, AMBIO CHACO-CERDET; instancias estatales de la región: Corregimiento Mayor, Gobierno Municipal y Distrito de Salud; y, finalmente, el Comité Cívico y las personalidades políticas e intelectuales de la zona. Los actores externos son, por supuesto, las empresas petroleras que operan en la región.

Dicha clasificación corresponde a las nuevas condiciones de relacionamiento que ha creado la actividad petrolera. En general, se trata de un proceso que exige, de parte de los actores internos, el aprendizaje y planteamiento de nuevas estrategias de defensa de los recursos naturales con el objetivo de preservar el medio ambiente como fuente de vida.

1.1. Las organizaciones territoriales de base (OTB)

Tradicionalmente, el rol de las organizaciones de base ha sido la defensa de los intereses territoriales de su comunidad. Este importante rol cobra mayor vigencia en este momento, debido a la presencia de empresas petroleras en la región. Las organizaciones

de base sienten amenazados sus intereses directamente ligados a la propiedad de su territorio y a la sostenibilidad de los recursos naturales de la zona, ambos vinculados a su propia subsistencia. Y si bien en la actual dirigencia regional existe una conciencia clara sobre todos estos aspectos, se sienten impotentes porque el actual marco jurídico nacional relacionado al tema hidrocarburífero y medioambiental limita su actuación.

En este momento, el mayor problema de las comunidades asentadas al pie de la Serranía Aguaragüe es que muchos de los agricultores no han realizado el saneamiento del derecho propietario de sus tierras. El problema adquiere un alto nivel de conflictividad porque los comunarios, cuando se ven obligados a transar con las empresas petroleras, de manera individual o colectiva, deben demostrar su derecho propietario como una exigencia legal para la negociación entre las partes.

Estas organizaciones se sienten desprotegidas por la carencia de conocimientos sobre la nueva normatividad ambiental y porque no están claros los canales mediante los cuales puedan gestionar reclamos y presentar denuncias, motivo por el que recurren a las Organizaciones No Gubernamentales. Además, es difícil que estas organizaciones mantengan relación directa con las empresas petroleras porque sus directivos se encuentran principalmente en la ciudad de Santa Cruz y nunca son atendidos en la región.

Organizaciones que antes tenían como objetivo aunar esfuerzos para mejorar su producción y comercializar sus productos agrícolas y pecuarios, ahora refuerzan sus objetivos en torno a la defensa de los recursos naturales relacionados a su actividad económica. Una de esas organizaciones es la “Sociedad de Tarairi” que agrupa a ocho comunidades: Caigua, Ipa, Chimeo, Puesto García, Lagunitas, Tahiguati, Caiguami y Tarairi. Los representantes de esta sociedad manifiestan que ya no van a permitir la entrada de empresas petroleras para perforar pozos en la Serranía Aguaragüe porque viven de los recursos naturales y desean heredar un “bosque sano” a sus hijos.

1.2. Las organizaciones indígenas

Aquí, debido a la necesaria delimitación del área de estudio, se toma en cuenta sólo al pueblo indígena Weenhayek y no al pueblo Guaraní que se encuentra mayormente asentado en la provincia O´Connor.

La estructura organizativa del pueblo indígena Weenhayek está basada en capitanías. El Capitán Grande es su máxima autoridad, y la organización que lo representa es la ORCAWETA (Organización de las Capitanías Weenhayek de Tarija).

La ORCAWETA, como máxima instancia organizativa de los pueblos originarios de la región, ha sido fortalecida y ha recobrado su vigencia a partir de los conflictos ocurridos en la región, sobre todo para obtener mayor representatividad ante las empresas petroleras y las instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

El territorio indígena Weenhayek tuvo existencia legal mediante el Decreto Supremo Nº 23500, promulgado el 19 de mayo de 1993, que reconoce el derecho de propiedad de las tierras que habitan.

Los pueblos indígenas como el Weenhayek tienen como instrumento legal para ejercer el derecho propietario de sus tierras el denominado Derecho Consuetudinario constituido por una serie de hábitos constantes referentes a la caza de animales, recolección de frutos de bosque, uso de las fuentes de agua y el bosque, cría de animales menores, etcétera. Por este derecho, los pueblos indígenas adquirieron la noción de propiedad sobre sus respectivos territorios y el espacio territorial para su sobrevivencia, sin el cual pueden sucumbir como pueblo originario.

En la percepción de los pobladores indígenas, se considera al territorio como un espacio vital. Para ellos es suficiente que se afecte un pequeño espacio de su territorio para que consideren afectado todo su espacio. Esta actitud es comprensible a partir de la propia interpretación de este derecho de los pueblos originarios y también por su propio modo de vida que vincula, directamente, su territorio con su propia subsistencia.

Por todas esas características, en la Serranía Aguaragüe se produce actualmente un choque de visiones. La de los pueblos originarios, que tienen su propia vivencia en relación con la naturaleza y el entorno, y la visión estrictamente económica de las empresas petroleras asentadas en la región.

El cambio del entorno, por la presencia de nuevas instituciones y por el incremento de la actividad petrolera, ha determinado un cambio sustancial en al ámbito de las relaciones políticas, económicas y sociales. Ese nuevo marco, exige a los pueblos originarios fortalecer sus niveles de organización, especialmente en el conocimiento de sus derechos fijados por la normatividad ambiental vigente, con el objetivo de defender su habitat.

Para cumplir con esos objetivos, los weenhayek cuentan con el apoyo de la ONG AMBIO CHACO-CER-DET, de la que reciben apoyo y asesoramiento en diferentes áreas. También tienen el apoyo de la CIDOB, a través de la cual se gestiona que algunas personas de la comunidad reciban capacitación en monitoreo y supervisión ambiental.

Una primera prueba de la capacidad organizativa recientemente adquirida por la ORCAWETA se ha producido en septiembre de 2001, cuando los indígenas weenhayek organizaron un bloqueo de caminos que les permitió llegar a un acuerdo preliminar en base al Derecho de Servidumbre de uso de suelos. Dicho acuerdo ha beneficiado a siete comunidades weenhayek a través del denominado Plan de Relacionamiento Comunitario (PRAC).

1.3. El Gobierno Municipal

A juicio de varios actores políticos de la región, las leyes de Medio Ambiente e Hidrocarburos han sido formuladas con un excesivo centralismo que impide la activa participación de los actores locales en los efectos que produce ese marco legal. Esa percepción se ratifica en el caso concreto de las comunidades de la Serranía de Aguaragüe, cuando las propias empresas petroleras asentadas en la zona rechazan los reclamos y acciones que plantean las autoridades municipales argumentando que sus únicos interlocutores son las autoridades nacionales, ministerios y viceministerios. Esta fuerte limitante obliga a las instancias locales a sujetarse a lo que establece la ley y, en consecuencia, las comunidades se sienten abandonadas cuando se abordan problemas ambientales.

Las empresas petroleras establecen relaciones con la alcaldía sólo cuando se trata de lograr convenios con las comunidades. Uno de sus argumentos permanentes, cuando enfrentan los reclamos comunitarios, es un simple y llano "La Alcaldía ya firmó". Por supuesto, normalmente y en temáticas más amplias, y siempre bajo los argumentos de su relación directa con las autoridades nacionales, las petroleras no necesitan apelar a las alcaldías.

De todas maneras, los municipios no han asumido el rol que la Ley del Medio Ambiente les asigna. El rol que desempeñan, respecto del que cumplen las ONG, las organizaciones de base y las propias empresas petroleras, es definitivamente débil. No se quiere señalar aquí que las alcaldías no hacen nada, sino que tienen grandes limitaciones para cumplir su papel por las funciones que la ley les otorga.

Un ejemplo de esas limitaciones se expresa, por ejemplo, en que las oficinas Forestal y de Medio Ambiente de la alcaldía no cuentan con información documentada acerca las actividades de las empresas petroleras en la región. Y cuando las alcaldías solicitan esa información a las autoridades nacionales de medio ambiente, simplemente no reciben respuesta.

1.4. El Corregimiento Mayor Seccional

El Corregimiento Mayor de la región cuenta con la Unidad de Recursos Naturales y Medio Ambiente, cuya principal función es el control pesquero, sin participación alguna en las actividades hidrocarburíferas. Las petroleras no toman en cuenta para nada al Corregimiento y, en muchas oportunidades, estas autoridades apelan a los pobladores para buscar algún relacionamiento con dichas empresas y a solicitud de los mismos, cuando se sienten afectados por la intervención de los terrenos.

1.5. Las Organizaciones No Gubernamentales

Las ONGs que trabajan en la región (PROMETA y AMBIOCHACO-CER DET, especialmente), ante las grandes limitaciones de las autoridades locales, se han convertido en receptoras de las denuncias de pobladores de diferentes comunidades. Si bien los objetivos de las ONGs estaban relacionados con temas de gestión ambiental, manejo de recursos naturales y protección del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado del Aguaragüe, en el caso de PROMETA, se han visto obligadas a atender las demandas de la gente. Además, estas organizaciones han comprendido la necesidad de relacionar sus objetivos ambientales con las demandas de los pobladores, especialmente en conflictos por contaminación generados por la presencia de las empresas petroleras o por el incumplimiento de la normatividad ambiental.

Como respuesta a esa demanda, las ONGs organizan seminarios y talleres de capacitación dirigidos a pobladores e instituciones, hacen el seguimiento respectivo a los diferentes conflictos generados por la actividad petrolera, acompañan a la gente y canalizan sus reclamos y denuncias.

Las ONGs también constatan las limitaciones existentes para un adecuado relacionamiento con las empresas petroleras. Manifiestan que cuando se trata de abordar temas relacionados a los conflictos deben dirigirse a la ciudad de Santa Cruz, donde se encuentran sus ejecutivos. "Las petroleras son como dioses, seres poderosos, se sabe que existen pero no se los puede ver", afirma un personero de una ONG.

1.6. Los actores políticos locales y regionales

La intervención de varios actores políticos en la problemática planteada, sobre todo dirigentes cívicos del departamento y de la región chaqueña, ha sido importante porque, a través suyo, las comunidades han hecho conocer los problemas de contaminación que

confrontan. Su tarea de denuncia y exigencia de remedio oportuno, en el caso del derrame de petróleo en la quebrada Los Monos, por ejemplo, ha sido significativa. Sin embargo, entre los comunarios de la zona existe la percepción de que la mayoría de los políticos considera que el tema central de discusión con las petroleras es el impacto económico de su presencia, la captación de regalías, y no tanto las temáticas referidas a la preservación del medio ambiente, la contaminación y los demás riesgos latentes que implica la explotación hidrocarburífera, a pesar de que existe un reconocimiento de estos temas a nivel técnico.

2. Repercusiones de los impactos ambientales en la economía de la zona de estudio

Las operaciones petroleras que se llevan a cabo en la Serranía Aguaragüe, por su magnitud e intensidad, hacen inevitable un impacto predecible en las actividades económicas de la región, básicamente sustentadas en la agricultura, ganadería, y actividades pecuarias, pesqueras y artesanales.

La naturaleza de estas operaciones, en cada una de sus fases, conlleva un proceso de afectación medioambiental. Los estudios sísmicos en la etapa de prospección afectan la vegetación; la apertura de brechas y sendas rompe la armonía ecológica desequilibrando el habitat tradicional de las familias asentadas y de la vida silvestre. La fase de exploración petrolera, por el uso de maquinaria pesada y la utilización de elementos químicos para la perforación de pozos, incrementa los niveles de ruido en la zona y afecta los suelos. También en la etapa de explotación o extracción de petróleo produce desechos sólidos y líquidos que generan un serio potencial riesgo de contaminación.

Los pobladores y actores entrevistados durante el presente estudio manifiestan de diferentes maneras el inminente y sistemático proceso de contaminación que afecta las principales actividades económicas de los pobladores.

Las empresas petroleras, por su parte, señalan que sus actividades tienden hacia la excelencia en el manejo ambiental para evitar situaciones de contaminación. Afirman que, con ese propósito, realizan grandes inversiones con tecnología de punta aprobada por el sector. Sin embargo, los resultados de análisis de fuentes de agua realizada por este estudio, determinan que éstas contienen trazas de hidrocarburos.

Una vez más, debe afirmarse que este trabajo no pretende cuestionar la presencia de las empresas petroleras en la región. La investigación realizada está dirigida

fundamentalmente a identificar las debilidades y vacíos existentes en la normativa ambiental, y su único propósito es que se realicen reajustes en las políticas del sector, sobre todo destinados a fortalecer las instancias encargadas de velar por el cumplimiento de las leyes.

2.1. Impacto en la actividad agrícola

Al pie de la Serranía Aguaragüe se encuentra el potencial más grande de recursos naturales e hídricos de la zona chaqueña. El suelo, además, tiene un alto potencial agrícola. En los últimos años, debido a la actividad petrolera desarrollada en la región, es innegable el riesgo de contaminación existente, cuyo impacto ya se siente con consecuencias negativas. El impacto que produce la actividad petrolera se manifiesta a través de la presencia de efluentes químicos de lodos que afectan la hidrología de la zona. Esos afluentes taponan arroyos y quebradas generando alteraciones en el agua y niveles de contaminación química y tóxica en los pobladores, los animales y la vegetación.

Si bien hasta el momento tanto técnicos como pobladores de la zona señalan que la contaminación en los suelos agrícolas no es perceptible visualmente, en el caso de las fuentes de agua sí se observan manchas aceitosas y se confirma la contaminación por los análisis de muestras de agua de este estudio. Los impactos más visibles se observan en la deforestación de la zona, sobre todo en San Antonio, en los campos Los Suris, El Escondido y Algarrobal, donde se observa la apertura de grandes brechas y sendas.

El proceso de explotación hidrocarburífera, según los técnicos especializados consultados, genera accidentes geológicos considerados de alta probabilidad dentro de la actividad petrolera. Estos accidentes pueden provocar daños a los recursos hídricos por temporadas bastante largas.

En el caso concreto de la presencia de petroleras en la Serranía, personeros e instituciones vinculados a actividades medioambientales, afirman que es difícil hacer un seguimiento permanente a todas las empresas porque se necesitaría una gran cantidad de personal, recursos y apoyo logístico. Por ello se considera importante la modificación del reglamento de la Ley de Hidrocarburos para que sean los municipios quienes realicen labores de fiscalización, seguimiento y control.

Una más efectiva fiscalización de los trabajos petroleros en la Serranía —señalan los especialistas— habría evitado, por ejemplo, los efectos que produjo el uso inconsulto de fuentes de agua de Ipa a cargo de la empresa Chaco S.A. y los propios riesgos de

contaminación a los que esas aguas están sometidas, por su cercanía con los campos de exploración de hidrocarburos. La petrolera citada instaló una bomba en la quebrada Ipa que provocó la disminución de su caudal en un 17%.

Los pobladores de Ipa señalan que, además de la consiguiente reducción de cultivos por la disminución del caudal de agua de riego destinada a esos fines, sus potreros y áreas de cultivo han sido afectados por la apertura de brechas que requieren los estudios sísmicos que se desarrollan en el lugar. Afirman también que la compensación económica que reciben por la apertura de las brechas no cubre la pérdida de cultivos, especialmente los de maíz, un producto que consumen durante todo el año y cuyos sobrantes son comercializados.

A propósito del mercado de productos agrícolas de la zona —maíz, papa, cítricos y verduras— varios agricultores han indicado que los consumidores de estos productos en la época de derrame se negaron a comprarlos porque creen que sufren algún nivel de contaminación, hecho que, por supuesto, perjudicó la economía campesina.

Como se sabe, los impactos de la contaminación sobre la actividad agrícola tienen directa relación con la calidad de los recursos agua y suelos. En este sentido, si bien hasta ahora la contaminación de suelos en las comunidades Ipa, San Antonio, Camatindi y Caigua no es perceptible inmediatamente, esto se debe a que dicha contaminación se encuentra en proceso de acumulación. Un fenómeno parecido se produce respecto de la presencia de hidrocarburos en el agua de riego. Si bien el color y el sabor de esas aguas no denotan inmediatamente algún nivel de contaminación, ésta se hace evidente después del riego, cuando se observa salinocidad alrededor de las plantas regadas.

Por otra parte, los agricultores de más edad entrevistados durante el presente estudio afirman que los cultivos perennes de cítricos han disminuido notoriamente. Estas personas evocan otras épocas en las que "lo que se producía alcanzaba para vivir" y aseguran que las actuales condiciones económicas obligan a sus hijos a abandonar la zona. Consideran que, como no sucedía antes, la tierra es insuficiente y los rendimientos agrícolas y pecuarios son bajos.

2.2. Impacto forestal e impacto en la fauna silvestre

El trazado de brechas que conducen a los pozos petroleros provoca la eliminación de grandes volúmenes de vegetación. Este hecho ha fragmentando la homogeneidad del recurso, lo que a su vez repercute en el funcionamiento general de los ecosistemas,

básicamente en los componentes de los recursos de biodiversidad, afectando el habitat de la fauna. Los pobladores de la zona de estudio aseguran que han desaparecido especies forestales de alto valor económico como el urendel, el quebracho, el cedro, la perilla y el lapacho. En cuanto a los animales silvestres, afirman que han desaparecido el guaso y el chancho mono y que ya es muy difícil encontrar especies propias del lugar como el acuti, la corsuela, el jochi, loros y tucanes.

A la deforestación provocada por las empresas madereras —señalan los pobladores— se ha sumado la que realizan las petroleras. Las brechas que abren estas últimas en los bosques son utilizadas como caminos de acceso hacia lugares hasta hace poco inaccesibles para la explotación de madera. Las autoridades prefecturales y municipales, y las ONGs, no cuentan con información precisa sobre la cantidad de superficies deforestada en la zona.

La deforestación, además de influir en la disminución de agua, afecta a los pueblos originarios. Los pobladores constatan cada día que la recolección de frutas silvestres, la caza de animales para consumo familiar y la materia prima para desarrollar artesanías se ven disminuidas permanentemente. Opinan que los cambios climáticos se deben, en gran parte, a la tala de los bosques, provocando que la época de lluvias se retrase y que ésta sea de corta duración en comparación a décadas pasadas.

2.3. Impactos en la ganadería

La actividad ganadera en la zona se realiza en forma pastoril y en poca cantidad. No se tiene un sistema de manejo, por lo tanto el ganado transita libremente en la zona. Las grandes áreas concedidas para la exploración y explotación petroleras han afectado el uso de áreas de pastoreo.

Otro impacto evidente es la contaminación de las fuentes de agua que contienen trazas de hidrocarburos y que ponen en riesgo la subsistencia del ganado, debido a que éste consume agua directamente de las quebradas y ríos. Este impacto es manifiesto en las comunidades Ipa, Camatindi y San Antonio.

En las comunidades de San Antonio y Capirendita, que se encuentran en el inicio de la llanura del Chaco, hay poca cantidad de agua y el ambiente es más seco. Ese hecho, sumado al agua contaminada que consume el ganado, ha ocasionado abortos frecuentes, tal como los pobladores lo han denunciado públicamente. Personas entrevistadas por este estudio señalan que las reproducción del ganado ya no es como antes y que la tendencia es de un parto cada dos años.

Pero además, si los resultados de las muestras de agua tomadas de fuentes de alto consumo y uso contienen trazas de hidrocarburos, los pastos que no están libres de ser contaminados por los arrastres producidos en época de lluvia.

Por tanto, a mayor explotación petrolera mayores riesgos de contaminación y mayor impacto en la ganadería. Este proceso exigirám seguramente otras formas de manejo del ganado, distinta al tradicional ramoneo que todavía tiene plena vigencia en la región.

Hasta la fecha no se ha conocido, por parte de las empresas petroleras, un plan de mitigación o atención a estos problemas. Los grupos ganaderos afectados, si bien son pequeños, están organizados y han manifestado por escrito sus preocupaciones y reclamos ante las autoridades competentes.

3. Impactos sociales

Para desarrollar este acápite recurrimos al concepto de impacto ambiental que señala: 'Se entiende por impacto ambiental todo efecto que se manifieste en el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un espacio y tiempo determinados y que pueden ser de carácter positivo o negativo' (Gaceta Oficial).

Apoyados en este concepto, identificamos los siguientes impactos sociales manifestados por los actores que tienen convivencia directa con el deterioro del medio ambiente en la región:

- Incorporación de nuevos actores externos en un escenario que los pobladores originarios consideran como propio. La relación con estos nuevos actores tiende a ser conflictiva.
- El normal relacionamiento de los actores locales con el Estado a través de sus instancias correspondientes (Corregimiento y Alcaldía) y con organizaciones no gubernamentales, se ha centrado en demandas de atención más concretas, reclamos y conflictos, debido a la presencia de las empresas petroleras.
- Las organizaciones cívicas, y sobre todo las organizaciones de base tanto de las propias comunidades como de los pueblos indígenas, desconocen las políticas de Estado respecto de la capitalización de la actividad petrolera en el país y por tanto no actúan articuladamente en función de las posibilidades de fiscalización a la actividad hidrocarburífera.

- Al margen de las organizaciones tradicionales de base, han surgido otro tipo de entes, como el la Asociación Tarairí, que reúne a ocho municipios y que tiene claros objetivos dirigidos al cuidado del medio ambiente y la defensa de los recursos agua y suelo.
- Se advierte que en los pueblos originarios las organizaciones en base a Capitanías no han logrado articular plenamente sus fuerzas. No existe coordinación entre ellas y la gente de base se queja de que los Capitanes no informan sobre los acuerdos con empresas petroleras.
- En términos generales, es evidente el descontento de toda la población en torno al comportamiento de las empresas petroleras y también respecto de las políticas de gobierno. Se cuestiona el excesivo carácter centralizador de las leyes de Hidrocarburos y de Medio Ambiente.
- Se valora positivamente en la región la participación de organizaciones no gubernamentales que se han convertido, muchas veces, en mediadores de la relación entre petroleras y pobladores afectados.
- Se siente un proceso de marginalidad social porque los pobladores de la zona que no son incorporados dentro de la dinámica de la actividad petrolera. En el caso de ser incorporados a trabajos, éstos son eventuales y a través de empresas subcontratistas. Son trabajos de baja remuneración económica.
- La población constata que la presencia de las grandes empresas petroleras en la región no beneficia directamente en nada a la zona. Protestan porque estas empresas ni siquiera demandan los productos existentes en la zona, todos sus proveedores son de Santa Cruz.
- Esta ampliamente difundido un sentimiento de marginalidad que tiene como causa la carencia de información respecto a las concesiones petroleras que el Estado realiza en territorios que los pueblos originarios consideran como propios.
- La población siente que sus derechos son invadidos y existe frustración y desconfianza, por un lado, pero al mismo tiempo se advierte el deseo de impulsar la organización en torno a la defensa de sus derechos y territorios.
- Los pobladores piensan que las autoridades chaqueñas e incluso las departamentales no son escuchadas ni por el gobierno ni por las empresas petroleras; cuestionan la falta de participación en actividades de vigilancia y supervisión ambiental.
- A pesar de que la mayor parte de las reservas probadas de gas en el país se

encuentran en el departamento de Tarija —observan las comunidades— las empresas a cargo de su explotación no han instalado oficinas ni en el departamento y menos en la región chaqueña, lo cual no permite un mejor relacionamiento entre esas empresas y la población en términos de información y demanda de empleo.

- Los dirigentes cívicos señalan que los reclamos de la sociedad civil sólo repercuten a nivel local, mientras que las empresas petroleras cuentan con todo el aval del gobierno.

3.1. Relación de la población con las empresas petroleras

En la zona de estudio operan las empresas petroleras Chaco S.A. y Petrobras, en la Serranía, y la British Gas en la llanura.

La relación entre las empresas petroleras y actores internos es difícil por los conflictos que se generan en relación a la explotación de los recursos naturales y por la forma en que se aplica la normatividad ambiental. La relación es desigual, pues mientras los actores internos conocen muy poco o nada sobre la normatividad vigente y las características de la actividad petrolera, las empresas petroleras sí cuentan con personal capacitado y con amplio conocimiento y experiencia en la temática ambiental y normativa vigente en el país.

Según los actores internos, las empresas petroleras son depredadoras del medio ambiente y perturbadoras de la vida cotidiana a la que estaban acostumbrados los pobladores y pueblos originarios. Perciben que estas empresas invaden su medio, alteran la naturaleza y ponen en alto riesgo la subsistencia del hombre y de todo ser vivo. Señalan que no es posible considerar un buen vecino a quien afecta los recursos de los cuales depende la economía y la vida misma de la población.

Las empresas, por su parte, con la concesión en sus manos, pretenden que las comunidades firmen compromisos de buena vecindad con ellos y tratan de convencerlos para conseguir permisos de paso en potreros, sembradíos y áreas de pastoreo. Muchas veces lo consiguen fácilmente a cambio de entregar un lote de libros, cuadernos, unas cuantas calaminas o un botiquín médico.

Las empresas emplean sociólogos, abogados y gente con poder de convencimiento en el relacionamiento con las comunidades. En muchas ocasiones esos funcionarios han logrado dividir a la comunidad porque tratan los problemas de manera individual,

haciendo firmar compromisos que terminan siendo perjudiciales para los intereses de la comunidad en su conjunto.

A las comunidades les resulta muy difícil establecer en términos monetarios el daño ocasionado por las empresas en sus territorios. Por ejemplo, se les paga por el daño en un cultivo o potrero, pero no se toma en cuenta el usufructo que puede tener el comunario durante el período en que la empresa utilizará ese espacio físico.

Las empresas, hasta hace poco, negociaban directamente con los afectados, individualmente, dejando de lado a la autoridad jurisdiccional competente, la Alcaldía, las subprefecturas, el Corregimiento Mayor o las propias organizaciones de base de las comunidades.

Esa situación ha ido cambiando paulatinamente. Actualmente, en los convenios intervienen las autoridades locales, organizaciones comunales e indígenas y organizaciones no gubernamentales. Por lo general, los acuerdos ya no se realizan de manera individual, sino que se procura un acuerdo colectivo para beneficio de toda la comunidad.

Debido a los conflictos ambientales presentados en la comunidad de Ipa, la empresa Chaco S.A. manifiesta que ha elaborado y puesto en práctica un plan de inversión social para la comunidad. Ese plan, afirma la empresa, se ha basado en obras que requería la población. De esa manera, la empresa construyó huertos familiares, viveros escolares y trabajos de reposición de la vegetación del área con la participación de comunarios. También se ha construido una posta sanitaria y se ha financiado la construcción de una toma de agua potable para la comunidad.

Los comunarios, por su parte, a pesar de lo hecho por Chaco S.A., analizan y concluyen que nada les compensa, que los daños ocasionados al medio ambiente y a los recursos agua y suelo, no pueden ser compensados por ninguna obra ni donación dado que el daño es irreversible.

Otro caso de compensación económica se produjo a través de un convenio reciente entre los pueblos originarios y la empresa British Gas (BG). Se acordó un monto económico de compensación de 50 mil dólares para las comunidades Algarrobal, Los Pozos, Tres Cruces y Cueva de León, y 10 mil dólares adicionales destinados a la elaboración de un Plan de Desarrollo para los pueblos originarios. Sin embargo, los dirigentes y el propio Capitán Grande de la zona, no pueden señalar cómo se ha estimado el monto de compensación y tampoco está claro cómo se invertirán esos recursos de manera que beneficien a los pobladores de las cuatro comunidades. La mencionada

compensación económica acordada con la empresa BG, que tiene una concesión petrolera de 40 años en la región, fue aceptada y firmada por los propios capitanes, principales autoridades originarias de la zona.

3.2. Efectos en la vida cotidiana de la población

En la zona de estudio no es difícil advertir que la vida cotidiana de la población asentada en el lugar ha sido afectada por la presencia y la actividad de las empresas petroleras. Los intensos trabajos de apertura de brechas, el tránsito permanente de maquinarias, vehículos y trabajadores repercute inevitablemente en un entorno en el que las comunidades han vivido siempre en base a una relación de dependencia de la naturaleza.

Las propias costumbres alimentarias de los weenhayek ha comenzado a cambiar. Si bien el pescado continúa siendo la base de la alimentación, resulta cada vez más difícil recolectar frutos silvestres y miel de abeja, y se ha dificultado grandemente la caza de animales silvestres con fines de subsistencia. El ruido de la maquinaria y la deforestación masiva han provocado la huida de animales a lugares más alejados y la merma considerable de la flora y fauna del lugar.

Todos estos factores irán modificando paulatinamente la la forma de vida de las comunidades. Probablemente, en el corto plazo, tengan que recurrir a la crianza de otros animales domésticos o se conviertan en potenciales inmigrantes porque las posibilidades de empleo en la actividad petrolera son casi imposibles.

Los pobladores manifiestan, además, que el clima ha cambiado y que "la época de lluvias llega tarde". Observan que se han intensificado las etapas de sequía, razón por la que existe un cambio en su calendario agrícola, retrasando el periodo de siembra.

Otro efecto en la vida cotidiana que se puede apreciar es que algunas personas ya no dejan pastar al ganado libremente, sino que los encierran en zonas alambradas para evitar que consuma agua que suponen puede estar contaminada.

4. Impactos en la salud

Según el Distrito de Salud y el personal ubicado en los puestos médicos de la zona de estudio, hasta ahora no se han identificado serios problemas de salud por contaminación del agua. Se indica, sin embargo, que es necesario llevar a cabo estudios más profundos, análisis y exámenes adecuados, para determinar si realmente existe presencia de algunos minerales u otros indicadores como consecuencia de la actividad petrolera.

Las enfermedades más frecuentes en la zona de estudio son las denominadas IRAS (Infecciones Respiratorias Agudas) y las diarreas, debido a que en muchas comunidades hay carencia de agua potable. En las comunidades Ipa, Caigua y San Antonio, existe captación de agua mediante cañería, pero ésta no tiene ningún tratamiento. La situación en los pueblos indígenas es más delicada porque consumen agua directamente de pozos o norias.

Problemas de salud por efecto de la actividad petrolera se presentaron de manera focalizada en las comunidades Ipa y Algarrobal. En Ipa, esos problemas han sido generados por derrame de lodos, una contingencia en la fase de exploración a cargo de la empresa Chaco S.A. Los testimonios recogidos en la mencionada comunidad indican que en cada familia, entre una a dos personas padecieron infecciones estomacales. A raíz de estos hechos, los pobladores sienten que viven bajo el riesgo de la contaminación de sus aguas. Ese riesgo aumenta en época de lluvias por el arrastre de deshechos que provienen de la planchada de los campos petroleros (ver Anexo 1, fotografías)

Y si bien el derrame de lodo en Ipa fue mitigado por la empresa Chaco S.A., que además ha contribuido a la construcción de una nueva toma para el sistema de agua de consumo para la comunidad y ha donado una posta sanitaria, dicha posta aún no funciona por la carencia de un ítem para el personal de salud.

En este caso específico, lo extraño es que el Distrito de Salud no ha tomado conocimiento oportuno de los hechos sino mucho después de ocurridos. De todas maneras, el personal de salud sí estuvo presente en la inauguración de la posta sanitaria donada por Chaco S.A. Todos estos hechos señalan la necesidad de superar las grandes deficiencias de coordinación que actualmente existen en el Distrito de Salud tanto con la comunidad como con las empresas petroleras que operan en la zona.

Respecto de las enfermedades ocurridas en otra zona, el ex Capitán Grande René Pablo Pérez de la comunidad de Algarrobal reafirma la presencia de enfermedades estomacales y diarréicas causadas por problemas de contaminación por arrastre de deshechos químicos que se encontraban en fosas en el campo Los Suris y Escondido.

5. Expectativas sobre las proyecciones económicas regionales

Según actores políticos y cívicos de Villa Montes, hasta el momento no se advierten impactos económicos tangibles por el incremento de la actividad petrolera en la región. Señalan que dicha actividad no ha aportado a la generación de empleo, demanda de

servicios y mejoramiento de infraestructura productiva y social. Sin embargo, el personal de la Prefectura de Tarija relacionado con sector de hidrocarburos, asegura que los beneficios serán enormes para la región por el incremento de las regalías que percibirá el departamento como principal productor de hidrocarburos del país.

Las expectativas sobre el incremento de las regalías se verán reflejadas en el denominado Plan de Desarrollo Departamental que se viene discutiendo en diferentes mesas de concertación. En este caso, el Gobierno Municipal de Villa Montes y otros municipios denominados "petroleros", como los de Yacuiba y Caraparí, juegan un rol importante. A la par, políticos y medios de comunicación manejan y difunden cifras relacionadas con los ingresos que percibirá la región según lo que determina la Ley de Hidrocarburos.

Existe, por tanto, una cada vez más creciente expectativa generalizada sobre el incremento de regalías para la región. Sin embargo, en diferentes foros y debates, técnicos, políticos, dirigentes cívicos y potenciales candidatos no lo señalan claramente —a partir de esas expectativas de incremento de ingresos departamentales— cuáles serán las estrategias de desarrollo departamental que incidan positivamente en la región. Lo único concreto es que esas expectativas a corto y mediano plazo tienen sustento, como es obvio, en las reservas probadas de gas y petróleo

La población, por su parte, espera que mejoren las actuales condiciones de empleo, que se hagan obras, que se invierta en desarrollo humano, en salud, educación, caminos y riego. Estas expectativas fueron planteadas en la Mesa de Concertación Tarijeña realizada en Caraparí el año 2001 donde participaron prácticamente todas las instituciones departamentales.

En el marco de las expectativas creadas, las cámaras de la Construcción, Comercio y Transporte Pesado de Tarija, por ejemplo, han reclamado públicamente la negativa de las empresas petroleras a sus ofertas de servicios. De igual manera, en el municipio de Villa Montes, a pesar del notorio incremento de la actividad económica que desarrollan las empresas, tampoco se identifican impactos económicos positivos y sustanciales para la región.

En general, frente a las grandes expectativas generadas, la población sólo percibe una cruda realidad: la explotación de los recursos del subsuelo tarijeño y el acelerado deterioro del medio ambiente.

CAPÍTULO SEIS

Aplicación de la normatividad ambiental

La década de los años 90 marca el punto de partida de la introducción de una serie de importantes avances en el campo de la legislación ambiental en el planeta que, por supuesto, tiene —o debe tener— un claro impacto e influencia sobre las actividades y políticas hidrocarburíferas en el mundo entero. Estos avances y cambios se deben fundamentalmente a los trascendentales acuerdos internacionales para el cuidado del medio ambiente que surgen en instancias como la Conferencia de Estocolmo (1972), la declaración de las Naciones Unidas (1980), la Cumbre Mundial sobre el Medio Ambiente (1992) y la Cumbre de la Tierra (Zurich/1997). En medio de ese contexto universal de búsqueda y logro de acuerdos de preservación ambiental, Bolivia promulga, en abril de 1992, la Ley 1333 del Medio Ambiente. Para su aplicación efectiva, sin embargo, tuvieron que pasar tres años, pues recién en 1995 se ponen en vigencia los reglamentos de la ley.

Ese es el marco global que permite realizar —en este capítulo del estudio— un análisis de los objetivos de la Ley de Medio Ambiente promulgada en Bolivia, sus competencias institucionales, el cumplimiento de políticas de las instancias operativas en el ámbito local y regional, además de hacer hincapié en las limitaciones que confrontan estas instancias cuando se trata de aplicar la ley en el ámbito de la adtividad que desarrollan las empresas petroleras que operan en nuestro país. Un aspecto sustancial de este análisis es hacer conocer la demanda de los principales actores de la zona de estudio en relación a uno los instrumentos de normativa ambiental aprobada en 1992: los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental en los que, a juicio del presente estudio, debería incluirse la mitigación de impactos al recurso agua y la caracterización de la situación de la zona donde operan las empresas petroleras antes de iniciar su actividad.

Cabe destacar que en el caso concreto de la zona de estudio y a pocos años de la promulgación de la Ley de Medio Ambiente y de la intensa actividad hidrocarburífera que se desarrolla en el país en el marco de la capitalización de las empresas públicas, se produjeron los primeros conflictos sociales debido a la contaminación de aguas en la quebrada de Los Monos con efectos directos en la comunidad de Ipa. Dichos conflictos evidenciaron, por primera vez la zona, el carácter conflictivo de las relaciones entre los pobladores, sus organizaciones, actores cívicos y políticos, y las empresas petroleras que operan en la zona.

1. Alcance de los objetivos de la Ley 1333 de Medio Ambiente

En el plano teórico, los objetivos de la Ley Medio Ambiente dirigidos a lograr el control de la calidad ambiental están bien planteados. Sin embargo, las políticas y estrategias encaminadas al logro de estos objetivos, especialmente en el ámbito de la actividad petrolera, confrontan limitaciones. Es probable que en otros sectores los objetivos de la ley sean alcanzables sin grandes tropiezos, pero en el caso del sector vinculado a la explotación de hidrocarburos —de acuerdo a los resultados obtenidos por el presente estudio— los daños parecen ser mucho más grandes que las posibilidades de mitigación de los daños producidos. Transcribimos el primer objetivo la Ley de Medio Ambiente:

> Preservar, conservar, mejorar y restaurar el medio ambiente y los recursos naturales a fin de elevar la calidad de vida de la población.

"Mejorar y restaurar el medio ambiente" en los lugares donde actualmente operan las empresas petroleras resulta sencillamente muy difícil por la debilidad estructural de las instituciones sociales y estatales cuya tarea debería ser, precisamente, el control y fiscalización de las actividades de esas empresas. Hasta la fecha, es posible afirmar que el nivel de deterioro de los recursos naturales debido a la actividad petrolera no tiene en frente prácticamente ningún proceso de preservación, conservación, mejora o restauración del medio ambiente, tal como señala el objetivo trasncrito de la norma ambiental.

En ese mismo sentido, las medidas de mitigación contempladas en los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIAs) —uno de los principales instrumentos de

la Ley de Medio Ambiente— son motivo de descontento para los actores internos involucrados en la problemática de estudio. Dichos actores, además de atribuirle debilidades al Estado para ejercer control y hacer cumplir la normativa ambiental, señalan como causas de esa debilidad la ausencia de acciones de fortalecimiento de las instancias sectoriales departamentales y encuentran que la propia ley, por su carácter centralista, limita la participación de los municipios locales en el ejercicio de control y cumplimiento de funciones tal como estipulan la Ley de Medio Ambiente.

"Elevar la calidad de vida de la población", dice el objetivo de la ley mencionado en su parte final. De acuerdo a los testimonios recogidos por nuestro estudio en las comunidades, hasta la fecha —y después de varios años de vigencia de la normativa ambiental y de la presencia de las petroleras en la región—, no siente mejora alguna en la calidad de vida de la población. Al contrario, lo que sí es evidente es el impacto negativo de la industria del gas y el petróleo en las actividades de la zona, especialmente en la agricultura y la ganadería, amenazadas por la contaminación del recurso natural agua. Esos impactos también son evidentes cuando se observa depredación existente en la flora y fauna que, por supuesto, inciden en la forma de vida tradicional de las comunidades del lugar. Adicionalmente, es importante indicar que el proceso de deforestación existente en la región se produce no sólo por la intensificación de la actividad petrolera, sino también por las concesiones de explotación maderera que datan de varias décadas atrás.

Todo lo señalado aconseja considerar un reajuste de las estrategias y políticas de protección del medio ambiente en base a la incorporación de los actores locales en la discusión y ejecución de esas estrategias.

Continuando con el análisis de la norma ambiental boliviana, citamos su segundo objetivo:

> Normar y regular la utilización del medio ambiente y los recursos naturales en beneficio de la sociedad en su conjunto.

Otra vez, los testimonios recogidos por el presente estudio afirman lo contrario indicando que quienes verdaderamente resultan beneficiados del uso del medio ambiente son las empresas petroleras y madereras en desmedro de los intereses de la colectividad y, particularmente, de los pobladores de las comunidades que se encuentran al

pie de la Serranía Aguaragüe. Los actores internos consultados, especialmente los técnicos, ratifican que el Estado no está en condiciones ni tiene la capacidad de hacer cumplir la normativa ambiental y, por tanto, las empresas mencionadas actúan sin mayor control, supervisión y vigilanciam, hecho que impide alcanzar los objetivos planteados por la ley (Ríos, J; 2001).

El tercer objetivo de la Ley de Medio Ambiente señala:

> Prevenir, controlar, restringir y evitar actividades que conlleven efectos nocivos y peligrosos para la salud y/o deterioren el medio ambiente.

Como se sabe, la actividad petrolera, por su propia naturaleza, conlleva riesgos para los recursos aguas y suelo y para la salud de los pobladores del entorno en el que se desarrolla. La actividad petrolera conlleva riesgos en sus dos etapas principales: en la fase de exploración por la perforación de pozos y el uso de elementos químicos tóxicos; y en la etapa de explotación porque se producen lodos y residuos hidrocarburíferos que, cuando surge descontrol o particulares situaciones de contingencia, contaminan los recursos naturales antes mencionados (Villena; H. 2001).

El cuarto y último objetivo de la ley analizada indica:

> Normar y orientar las actividades del Estado y la sociedad en lo referente a la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales a objeto de garantizar la satisfacción de las necesidades de la presente generación y futuras generaciones.

Este objetivo expresa un ya viejo debate sobre la exploración racional de los recursos renovables y no renovables. Los preocupantes hechos de contaminación por hidrocarburos que se registran en este estudio indican, a propósito del debate mencionado, que al menos son insuficientes aquellos argumentos que privilegian en enfoque económico del problema cuando afirman que el país no puede "darse el lujo" de no explotar los recursos naturales que posee. Y como el debate permancece abierto, y antes que los procesos de contaminación y depredación sean incontrolables, parece necesario volver a analizar los conceptos de sostenibilidad hasta ahora desarrollados y, en el caso concreto de la temática del presente estudio, relacionarlos con mayor profundidad con las políticas vigentes en el sector de hidrocarburos.

2. Algunos instrumentos de la Ley de Medio Ambiente

Aquí se hace referencia a los instrumentos más importantes de la normativa ambiental, aquellos que tienen relación directa con la demanda social manifestada por los diferentes actores entrevistados durante el presente estudio.

2.1. Ficha ambiental (FA)

Es el documento técnico que marca el inicio del proceso de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA). Incluye información sobre el proyecto, obra o actividad y la identificación de potenciales impactos claves que, a su vez, permitan identificar las posibles soluciones a esos impactos.

Sobre este instrumento, cabe destacar que una consultora privada, por encargo del Ministerio del ramo, ha realizado un diagnóstico sobre las deficiencias de la Ley de Medio Ambiente y, en términos generales y en el caso concreto de la FA, sugiere la necesidad de mejorarla especialmente en el caso del recojo de información sobre actividades petroleras.

2.2. Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA)

Los EEIA tienen la finalidad de identificar y evaluar los potenciales impactos positivos y negativos que pueda causar la implementación, operación, mantenimiento y abandono de un proyecto, obra o actividad para establecer las correspondientes medidas y evitar, mitigar o controlar aquellos impactos que sean negativos e incentivar los positivos.

Los técnicos consultados en este estudio cuestionan las características actuales de los EEIA. Los consideran como estudios que no responden a la realidad del país, que carecen de bases de datos actualizadas, que son repetitivos (en el sentido en que siguen un único modelo) y que tienden a generalizar la información sin tomar en cuenta las diferentes características técnicas de las regiones en que se aplican. Los EEIA realizados en la Serranía Aguaragüe, afirman los técnicos entrevistados, generalmente son realizados por consultoras de la ciudad de Santa Cruz y Cochabamba que llegan a Tarija y al Gran Chaco y recogen la información sin someterla a un proceso de relevamiento y muestreo necesarios. Se han presentado situaciones tan curiosas como que los EEIA de las empresas petroleras Transredes y Transierra son prácticamente iguales. El cuestionamiento más serio a estos estudios es que no se los socializa: las instituciones

locales y la población desconocen completamente los contenidos de los EEIA y, por tanto, se hace imposible la fiscalización y control correspondientes.

La propia Dirección de Desarrollo Sostenible de la Prefectura coincide en señalar que los EEIA son generalmente bastante repetitivos y que no contienen información relevante que permite hacerle seguimiento.

2.3. La Consulta Pública (CP)

La Consulta Pública es uno de los instrumentos que tiene carácter obligatorio en los EEIA. Su objetivo es que la información debe llegar a todos los actores involucrados en la problemática: comunarios, municipios, representantes regionales y autoridades locales. Y como su nombre lo indica, no sólo se trata en ofrecer información sobre determinado proyecto u obras, sino de recoger sugerencias y observaciones. En este sentido, la propia Dirección de Desarrollo dostenible de la Prefectura de Tarija, a través del ingeniero Santiago Pérez, ha sugerido y solicitado insistentemente que las empresas petroleras apliquen la CP de manera mucho más amplia de manera que se llegue efectivametne a todos los actores para que en el futuro no se produzcan reclamos.

Hasta el momento, la forma en que se aplica la CP por parte de las empresas es objeto de muchas críticas, en primer lugar, porque no se llega a todos los actores y, en segundo lugar, porque las empresas la entienden y aplican como si se tratara de una simple actividad informativa general sin dar paso a recoger el criterio de la población.

La debilidad más cuestionada de la forma en que se aplica la CP es que nadie supervisa su calidad. Por esta razón, en ningún momento existe la posibilidad de comparar o de evaluar los EEIA antes y después de realizada la Consulta Pública, porque sólo así sería posible alimentar, corregir y complementar los EEIA en base a las sugerencias surgidas durante este proceso de consulta. Hasta la fecha, nadie se ocupa de esta función. Y si bien la convocatoria a una CP se realiza a través de vistoso letreros (eso se ha advertido en los últimos meses) y se toma en cuenta, además de las comunidades, a autoridades locales y ONG, recalcamos nuevamente que el problema de la CP no está en su convocatoria, sino en la supervisión y seguimiento de la misma.

2.4. Actividades de monitoreo

Todas las empresas petroleras envían —cada 15 ó 30 días— su Reporte de Monitoreo Ambiental al Ministerio de Desarrollo Sostenible. Una copia de ese reporte llega a la

Prefectura del departamento. A partir de este documento, como señalan autoridades de la citada Prefectura, debieran realizarse inspecciones ambientales conjuntas entre la empresa petrolera, el Ministerio y la propia Prefectura. Dicha inspección, que permitiría el seguimiento permanente o periódico de las empresas en relación al impacto de su actividad en el medio ambiente, es imposbile en las acutales condiciones porque requiere personal técnico y recursos logísticos con los que el Ministerio y la Prefectura no cuentan. Por ello, la propia Prefectura propone modificar el reglamento de la Ley de Hidrocarburos de manera que sean los municipios quienes asuman las tareas de seguimiento y control, propuesta que resolvería las actuales dificultades del gobierno central y haría verdaderamente efectiva y útil la información que contienen los reportes de monitoreo ambiental que producen las petrolera. Hasta la fecha, dicha información sólo es procesada por un perito designado por el Ministerio de Desarrollo Sostenible cuya función de ninguna manera logra cubrir las expexttivas de control y monitoreo quie exige la población.

3. La normativa de la información ambiental

En el Reglamento General de Gestión Ambiental se establece que:

> Toda persona natural y colectiva, pública o privada, tiene derecho a obtener información sobre el medio ambiente mediante solicitud escrita a la Autoridad Competente pública o sectorial.

También se determina que el Sistema Nacional de Información Ambiental tiene como una de sus funciones distribuir y difundir la información obtenida a las personas naturales o colectivas, públicas o privadas que la requieran.

A pesar de la existencia de una normativa tan clara respecto al acceso de la información ambiental, las organizaciones sociales y políticas de la zona de estudio chocan con grandes dificultades para contar con esa información. Es el caso de las unidades ambientales del Corregimiento y Municipio locales que cuando requieren información o tarda por lo emnso dos meses o simplemente no llega. Si así sucede en las instancias de gobierno local, no es difícil imaginar cuán difícil les resulta a las organizaciones rurales y originarias acceder a dicha información. Pero además, el propio gobierno departamental —la Prefectura— en su instancia obligada a poseer esa información (la Dirección Ambiental), adolece de grandes insuficiencias pues no existe ni siquiera un listado, una recopilación de los EEIA que realizan las empresas petroleras.

4. Cumplimiento de planes de mitigación de los EEIA

Una de las críticas más duras que el presente trabajo ha detectado en la zona de estudio es la referida a la ausencia de medidas de mitigación serias, técnicamente viables y efectivas frente a los daños que provoca la actividad hidrocarburífera en el medio ambiente. Esas medidas deberían estar inscritas en los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental. En el caso de los procesos de deforestación que se observan en la región, se menciona como ejemplo el intento de mitigación a través del uso de plantas exóticas o pastos que no se adecúan a las características ambientales de la zona. Por supuesto, poco después de sembradas esas especies y pastos, y apenas concluida la época de lluvias, se secan. Esto quiere decir que la mitigación en áreas deforestadas son insuficientes, inadecuadas y sin ningún impacto de restauración del medio ambiente.

Algo parecido sucede con otras actividades propias de la industria hidrocarburífera que no han merecido reparación alguna por parte de las empresas petroleras que operan en la zona. Es el caso de los niveles extremos de ruido registados en el lugar, el uso de los patios de las escuelas como helipuertos y el mantenimiento de caminos que sólo ha quedado en promesa.

Las empresa petroleras, por su parte, afirman que uno de los componentes más importantes y costosos de las inversiones que realizan es el destinado al manejo ambiental. La petrolera Petrobras, por ejemplo, asegura que gasta medio millón de dólares en este rubro por cada pozo pqietrolero que perfora. Indica además, que para el tratamiento de lodos y residuos hidrocarburíferos utiliza técnicas de adsorción térmica de alto costo que permiten eliminar hasta el 99 por ciento de contaminantes.

Los técnicos de Petrobras también aseguran que el componente ambiental de sus proyectos de exploración y explotación petrolera se ajusta rigurosamente a los reglamentos de la Ley de Medio Ambiente vigente en el país. Añaden que una vez establecido el proyecto, se determinan los probables impactos ambientales en el área de influencia a través de estudios de base ambiental y social. Estos estudios, argumenta el personal de la empresa, se realizan en base a consultas a la población lo que, a su juicio, permite prevenir, mitigar y remediar los impactos en el medio ambiente.

5. Reglamento Ambiental para el Sector Hidrocarburos (RASH)

El Reglamento Ambiental para el Sector Hidrocarburos (RASH) es un instrumento legal que tiene como finalidad establecer límites permisibles, parámetros específicos y

criterios técnicos que regulan todas aquellas actividades del sector hidrocarburos que generan impactos ambientales y/o sociales que involucran a las poblaciones asentadas en el área de influencia.

Las principales observaciones de los actores locales a este instrumento legal reiteran el carácter centralizador de esta norma, tal como se lo hiciera en el caso de la Ley de Hidrocarburos y su respectivo reglamento. Todas las decisiones fundamentales se toman en la ciudad de La Paz y tanto prefecturas como municipios sólo consultan y ejecutan políticas, cuestionan los mencionados actores, y concluyen que así resulta imposible hacer un seguimiento efectivo a la actividad de las empresas petroleras.

Estos reclamos, en determinado momento, se han convertido en propuesta. La sociedad civil a través de sus entes cívico ha solicitado al viceministerio de Medio Ambiente que descentralice su ofician para ejercer un mayor control en la región. La respuesta fue la de siempre: la ley señala que no se pueden delegar funciones.

Otro aspecto controversial ligado al RASH es la compensación económica que surge cuando se producen impactos ambientales significativos que no se pueden corregir y que generan la pérdida de valor ambiental de un entorno como consecuencia de un proyecto, obra o actividad. Las medidas de compensación no están claras en la normativa, pues los pobladores no saben a qué marco jurídico sujetarse cuando la afectación tiene carácter individual o cuando involucra a la comunidad en su conjunto. Dada esa poca claridad, las situaciones se resuelven de acuerdo al criterio de quien provoca los daños y de quien se siente afectado. Y, por supuesto, en esta relación desigual priman los intereses de los más fuertes, las empresas. Se debe tomar en cuenta, además, que los pobladores afectados, por las condiciones de pobreza en que viven, aceptan medidas de compensación que, en algunos casos, resulta perjudicial para la comunidad, dado que los montos económicos acordados como compensación no resuelven los daños ambientales globales que sufre la región.

Pero además, las medidas de compensación económica que se han realizado en el área de estudio son producto, en general, de la presión de los pobladores e instituciones. En todo caso empresas prefieren tratar los problemas individualmente e intentan resolverlos con material escolar (cuadernos, cartulinas y otros) e inclusive con vitaminas.

6. Competencia prefectural en el cumplimiento de la Gestión Ambiental

Las autoridades de la Prefectura de Tarija han manifestado su preocupación por los problemas ambientales y por los eventos de contaminación ocasionados por las empresas petroleras bajo el criterio de que repercuten negativamente en la actividad económica de los pobladores ubicados al pie de la Serranía.

Uno de los principales aspectos que genera preocupación en las autoridades departamentales es el abandono de pozos petroleros y el consiguiente rebalse que provoca contaminación en fuentes hídricas especialmente en época de lluvia.

Para atender éstas y otras contingencias se ha creado un valioso instrumento cuya utilización merece especial atención: el Plan de Acción Ambiental. A través de este instrumento se pretende el fortalecimiento, descentralización operativa y supervisión de las actividades de control, fiscalización y vigilancia ambiental en diferentes regiones del país.

En el caso de la zona de estudio, la Dirección de Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible de la Prefectura, a través de una consultora, está preparando una propuesta para poner en marcha un Plan de Acción Ambiental para el sector de hidrocarburos a nivel departamental. El Ing. David Centeno, consultor de la propuesta mencionada, señala que uno de los principales problemas identificados que abordará el referido plan es el referido a la deforestación de áreas importantes de la Serranía producida no sólo por las empresas petroleras sino también por las madereras que aprovechan la apertura de brechas en campos de explotación de gas y petróleo para explotar los recursos madereros de la zona.

Otro aspecto sustancial de un Plan de Acción ambiental es que evita la dispersión de esfuerzos e institucionaliza la coordinación de tareas de investigación y diagnóstico, más aún cuando en el país existen alrededor de 26 leyes relacionadas con la problemática del medio ambiente. Las principales normas que vlae la pena citar son: la Ley Forestal, la Ley INRA, la Ley de Biodiversidad, Vida Silvestre, Caza y Pesca.

7. Competencia Municipal en el cumplimiento de la Gestión Ambiental

A pesar de la creciente importancia socioeconómica que han adquirido los municipios en el país desde la implementación de la Ley de Participación Popular, éstos aún no cuentan con la fortaleza necesaria sobre todo cuando se trata de establecer relaciones institucionales con empresas petroleras transnacionales. Las principales debilidades de los municipios se encuentran en el desconocimiento de la normatividad ambiental y las

insuficientes capacidades técnicas y económicas que se requiere para cumplir funciones según la competencia que les otorga la Ley de Medio Ambiente.

Otro factor de debilidad de los municipios es el relacionado a la formulación de planes de Acción Ambiental cuya elaboración depende de los niveles de decisión y legislación municipal donde juegan un rol vital el Alcalde, como primer actor político, y el Consejo Municipal, en segunda instancia, para dar todo el apoyo que requieren las unidades de Medio Ambiente municipales.

Respecto de la labor de los municipios sobre los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA), urge ampliar las actuales atribuciones de simple revisor para ampliarlas a las de supervisión del cumplimiento de estos estudios especialmente en aquellos aspectos relacionados a los planes de mitigación y compensación económica que requieren mayor vigilancia y permanente observación. Igual tarea deben cumplir los municipios, en coordinación con el Corregimiento Mayor, respecto de la Consulta Pública, especialmente para establecer la calidad de la misma, un vacío varias veces manifestado por las Organizaciones No Gubernamentales.

Sobre la competencia municipal de vigilar las actividades que afectan al medio ambiente y recursos naturales, esta función será muy difícil de cumplir si no se incorpora la participación de la sociedad civil. Finalmente, por la extensión y complejidad de las actividades de control, manejo y uso de los recursos naturales, es imprescindible el esfuerzo municipal en la búsqueda y dotación de recursos financieros para cumplir con estas tareas.

8. Participación ciudadana y cumplimiento de la Gestión Ambiental

Está establecido en la ley que la sociedad civil puede participar de diferentes maneras en la protección, manejo, control y fiscalización de los recursos naturales. Igualmente, cualquier persona tiene derecho a participar e intervenir en la gestión ambiental, y a ser informada sobre cualquier aspecto relacionado al medio ambiente. Un ejemplo concreto de estos derechos se refleja en la forma en que deben elaborarse los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA) donde se estipula claramente que la población involucrada y sus organizaciones deben ser consultadas.

A pesar la existencia de estos derechos, autoridades y pobladores de la zona de estudio manifiestan sentirse ajenos a todo lo que significa una participación activa en la ejecución de medidas de mitigación, cuidado del medio ambiente, supervisión y

vigilancia ambiental. Afirman que no cuentan con la información ni los medios necesarios para realizar esas tareas. El presente estudio, efectivamente, ha comprobado que existe un desconocimiento total sobre las actividades de supervisión y vigilancia, no se sabe quién tiene a su cargo estas labores. Es destacable, por ello, que el pueblo Weenhayek, mediante la CIDOB, haya iniciado talleres de capacitación para algunos de sus miembros en monitoreo y supervisión ambiental. No es menos valorable la tarea de las ONG que trabajan en la zona, que han incorporado en sus planes de trabajo líneas de acción para propiciar la participación activa de la comunidad en el cuidado y defensa de los recursos naturales a través de la canalización y seguimiento de denuncias específicas de contaminación, especialmente aquellas que se producen en los recursos hídricos. Eso ha sucedido en el caso de la comunidad Caigua.

9. La Serranía Aguaragüe como reserva, Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (ANMI)

La superposición existente entre las áreas de la Serranía definidas como reserva, parque nacional y área natural, por una parte, y las concesiones otorgadas a empresas petroleras para la exploración y explotación de gas y petróleo, por otra, ha creado una verdadera incógnita respecto del futuro de la región como reserva y, por tanto, de la conservación de su biodiversidad.

Se afirma aquí que se trata de una incógnita a resolver porque a pesar de los informes que presentan regularmente las petroleras sobre sus trabajos, de las tareas de monitoreo visual también regulares que efectúa el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) y de los planes de conservación de la biodiversidad que tiene la ONG PROMETA en la zona de estudio, la pérdida de especies forestales valiosas y el riesgo existente en la zona para la vida silvestre debido a las actividades de explotación petrolera y madera nos indican que los esfuerzos mencionados son al menos insuficientes.

Concluimos también aquí, que la conservación del recurso agua, como elemento primordial para la subsistencia las comunidades de la zona, debe ser la principal prioridad de todos los actores que interactúan en la Serranía. El agua es, además el recurso que se encuentra en mayor riesgo debido a los elementos contaminantes que proceden de los pasivos ambientales y de la actual actividad petrolera.

Cabe decir, finalmente, que hasta el momento no se ha realizado una evaluación de los recursos flora y fauna perdidos por las actividades madereras y petroleras en la Serranía.

Conclusiones

Por tratarse de trabajos industriales de extracción de fluidos del subsuelo y de prospecciones de suelo palmo a palmo, la actividad hidrocarburífera requiere grandes superficies de tierra. Por su propia naturaleza, esta actividad genera diversos impactos ambientales.

En el caso de la actividad hidrocarburífera que se desarrolla en Bolivia, si bien es cierto que las empresas petroleras tienen un buen nivel de seguridad industrial —el exigido por las normas internacionales—, además de que en los últimos años han potenciando su estructura organizativa en temáticas ambientales al obtener la certificación de ISO-1400, no es menos cierto que resulta prácticamente imposible conocer —por el carácter cerrado de sus operaciones— las medidas de control ambiental que aplican.

A esas medidas sólo tienen acceso las autoridades nacionales del sector y el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP). Este hecho es un indicador preciso que permite afirmar que las empresas petroleras mencionadas han optado por limitar el alcance de sus actividades de mitigación por probables daños ambientales dado que sus planes de control no incorporan a los pobladores de las zonas en las que operan.

Esta manera de actuar de las petroleras, por tanto, pone en cuestión el carácter supuestamente integral de su manejo ambiental. No otra cosa significa ignorar la participación de los pobladores en el control de recursos como el agua, la vegetación y la fauna que para ellos son prioritarios y que, sin duda, contribuyen al equilibrio del ecosistema.

Por ese comportamiento, precisamente, los impactos ambientales que se han producido en la zona de estudio son atendidos cuando el daño ya está hecho. Pero

además, esos impactos tienen que tener magnitudes visibles para que sean tomados en cuenta. Y, por supuesto, las compensaciones económicas que esos impactos conllevan sólo se hacen efectivos por las exigencias y presiones de los pobladores y las organizaciones que los apoyan.

En base a estas constataciones, el presente estudio pretende anticipar los efectos socioambientales que pueden ocasionar los niveles de contaminación de agua detectados. Se trata, además, de llenar los actuales vacíos de información ambiental que se presentan en la Serranía Aguaragüe, todo ellos bajo las actuales normas ambientales en plena vigencia.

En términos generales, nuestro estudio ha detectado niveles preocupantes de contaminación química más pronunciados, y de contaminación microbiológica menos pronunicados. Los datos regogidos sobre presencia de hidrocarburos en el agua y salinidad en los suelos tienen niveles significantes, mientras que los referidos a la contaminación por coliformes fecales son de niveles menores..

Conclusiones generales sobre la contaminación del agua e impactos

1. Por las observaciones realizadas en el periodo de estudio, el pasivo ambiental de la quebrada Los Monos ha sido remediado. Sin embargo, aguas arriba de la toma de agua de la comunidad San Antonio existe emanación de hidrocarburos que contaminan el agua que llega a los grifos de la comunidad.
2. La situación de abandono temporal del pozo Camatindi X-1000 que pertenece a la empresa petrolera Chaco S.A., representa un potencial riesgo de contaminación de vertientes por aguas de escurrimiento. A pesar del biotratamiento de lodos petroleros realizado en un área aproximada de dos hectáreas contiguas a la planchada Camatindi, se ha detectado trazas de hidrocarburos en las aguas que se encuentran al pie de la Serranía. Si bien se informa que en las áreas landfarming no hay escurrimientos, podemos afirmar su ocurrencia cuando las precipitaciones pluviales son elevadas. Además, en inmediaciones del pozo petrolero se observó lixiviados en época seca.

   La contaminación de suelos que son irrigados con aguas contaminadas en Ipa no es muy elevada, sin embargo tiene efecto acumulativo si las tierras no son removidas. El agua potable para bebida de esta comunidad está contaminada y

requiere tratamiento. Los daños actuales no son visualmente percibidos por los poblares, aunque sí manifiestan un posible riesgo de contaminación (los niveles de contaminación se presentan en los siguientes párrafos).

3. En Caigua, los pasivos ambientales (o quizás los trabajos de prospección) provocan la contaminación del agua. Se llega a esta conclusión por los altos niveles de salinidad encontrados en relación a los producidos en años anteriores. Por otra parte, se advierte contaminación de agua por hidrocarburos. Es evidente, además, que el caudal de agua ha disminuido y que, por ello, los agricultores han reducido el área de sus cultivos. Los pobladores del lugar saben que las lluvias arrastran hidrocarburos visibles y por ello toman precauciones en el riego de sus cultivos, especialmente en tiempo de crecidas. Los pobladores, sin embargo, no pueden percatarse de la presencia de hidrocarburos en el agua cuando se presenta transparente o clara.
4. En la quebrada Sábalo se realizan actualmente trabajos de perforación de pozos. Nuestro estudio se realizó en una temporada de inicio de lluvias donde se observó que las aguas de Caigua contienen un elevado nivel de salinidad. Dicho nivel de salinidad —según los datos obtenidos por nuestra investigación— no puede explicarse sólo por las sales detectadas en esas aguas, sino también porsu elevado carácter alcalino –pH elevado— lo cual puede provenir del uso de acondicionantes de pH en las perforaciones petroleras.
5. En las vertientes de agua de la Serranía, donde no existen pozos petroleros, se ha detectado presencia de hidrocarburos. Este dato puede atribuirse a trabajos de exploración realizados en el pasado. Sin embargo, es posible también que en el lugar donde se encuentran las mencionadas vertientes haya existido un flujo natural de agua que aumentó por las perforaciones realizadas provocando la alteración de flujos acuíferos subterráneos. En todo caso, esta contaminación merece mucha atención puesto que se trata de fuentes de agua de importante caudal permanente que son utilizadas por la población agricultora de Tarirí tanto para consumo humano como para riego. Hay que tener en cuenta que Villa Montes utiliza esas para consumo humano de la quebrada Tampinta. Los impactos de esta contaminación no se perciben a simple vista, pero la población tiene la percepción de que los trabajos petroleros en la Serranía conllevan un alto riesgo de contaminación de las aguas que utilizan.

6. El agua de pozo de Algarrobal, comunidad situada en la planicie chaqueña, ha sido tomada en cuenta como una referencia concreta del impacto que han causado en la región los pasivos ambientales producidos por la actividad hidrocarburífera de los campos Los Suris y el Escondido. El agua de pozo citada presenta un nivel de salinidad mayor a la registrada el río Pilcomayo, un nivel muy bajo en coliformes y se ha evidenciado que contiene hidrocarburos.
7. El río Pilcomayo, el más importante de la región, presenta mayor contaminación por hidrocarburos y salinidad a la altura del Puente Ustarez. Esto indica que entre Sábalo y El Puente, y al margen del río Isiri y la quebrada Los Monos, existe otro afluente que incorpora hidrocarburos al curso del Pilcomayo. El aumento de salinidad en el tramo mencionado se explica por las aguas termales existentes en las cercanías del Puente Ustarez.
8. El agua analizada en el presente estudio que presenta menos salinidad es la de la quebrada Tampinta. Sin embargo, registra trazas de hidrocarburos, lo cual merece un estudio urgente para confirmar el contenido de elementos contaminantes y mejorar su tratamiento para evitar efectos negativos sobre la salud de los pobladores que la utilizan.
9. En general, el estudio ha encontrado suficientes señales de alerta como para indicar que el uso de las aguas de la región como bebida merece altas restricciones y tratamientos físico-químicos. Esta afirmación está basada en los muestreos de agua realizados, su análisis y su posterior comparación con los parámetros de contaminación que contiene el reglamento de la Ley de Medio Ambiente boliviano (asumiendo el rango de aceites y grasas como Hidrocarburos Totales de Petróleo TPH) y las normas internacionales de la Comunidad Europea (en el rango de hidrocarburos disueltos o emulsionados en el agua).
10. El nivel de contaminación de las aguas de la región, si bien por ahora tienen carácter acumulativo y no es muy notorio, a largo plazo pueden presentar impactos adversos sobre la actividades agrícolas y la salud de la población.
11. Actualmente, en las cabeceras de toma de agua de Ipa y Caigua el efecto de contaminación por hidrocarburos al suelo no es visible, a pesar de que el presente estudio detectó un elevado nivel del parámetro TPH (por su sigla en inglés Total Petroleum Hydrocarbubons).

12. Las comunidades de Ipa, Caigua y Tarairi mantienen importantes áreas agrícolas de riego en el orden de 60 hectáreas en invierno y 300 hectáreas en verano. A largo plazo, estas tierras se encuentran en una situación de riesgo por la irrigación de aguas que contienen trazas de hidrocarburos.
13. En general, los pobladores de las comunidades asentadas al de pie de la Serranía Aguaragüe manifiestan su preocupación por el potencial riesgo de contaminación de las fuentes de agua que utilizan.

Conclusiones específicas sobre la contaminación del agua e impactos

14. En el segundo semestre del año 2001, el presente estudio ha detectado contaminación de agua por hidrocarburos en las fuentes hídricas situadas al pie de la Serranía Aguaragüe, todas ellas con influencia en los distritos rurales del municipio Villa Montes. El mayor nivel de contaminación corresponde a la época de las primeras lluvias. Los resultados expresados en miligramos de hidrocarburos totales de petróleo por litro de agua (mgTPH/l) tienen el siguiente orden: río Tarairí: 2,88 mgl; río Caigua: 2,65 mg/l; río Ipa: 2,25 mg/l; río Camatindi: 0.89 mg/l; río Tampinta: 0,43 mg/l; quebrada Los Monos: 0,26 mg/l.
15. Para una mejor comprensión del nivel de contaminación detectado, y en base a los datos obtenidos, redondeamos el caso del río Tarairí: cuando este río presenta un caudal de 70 l/s, el flujo de hidrocarburos disueltos en sus aguas por día llega a 17,4 kilogramos; esto quiere decir que en un año, dicho contenido llegaría a 6,3 toneladas de hidrocarburos.
16. Según el reglamento de la Ley de Medio Ambiente —en los acápites referidos a la contaminación hídrica—, y asumiendo los rangos de aceites y grasas allí establecidos como TPH (Presencia Total de Hidrocarburos), la mayoría de los cursos de aguas de la zona de estudio se clasifican en la Clase D (valores mayores a 1 mg/l), lo que obliga a tomar las siguientes medidas para el uso del agua:

    - Presedimentación, tratamiento físico-químico completo (coagulación, floculación, filtración) y desinfección para uso como agua potable.
    - No recomendable para protección de los recursos hidrobiológicos.

- No recomendable para riego de hortalizas de consumo crudo y frutas de cáscara delgada (aquellas que generalmente se ingieren sin separar la cáscara).
- No recomendable para cría intensiva de peces.
- No recomendable para abrevadero de animales.

De acuerdo a las normas establecidas por la Comunidad Europea respecto del uso de agua para consumo humano y su respectivo parámetro de contenido de hidrocarburos disueltos o emulsionados en aguas superficiales, los ríos Tarairí, Caigua, Ipa y Camatindi clasifican en la Clase A3 (valores mayores a 0.5 g/l), lo que indica que es necesario un tratamiento físico-químico afinado de aguas, además de la correspondiente desinfección.

17. En la zona de estudio no existe prevención de contaminación por hidrocarburos cuando el agua se presenta clara en época de estiaje. En el caso de las aguas de Villa Montes, San Antonio, Algarrobal, Ipa, Caigua y Tahiguati, los análisis realizado arrojan valores que oscilan entre 0,51 y 0,93 mg TPH/l y, por tanto, corresponden a la Clase C (entre 0.3 a 1 mg/l), lo cual supone la siguiente restricción:

- Para uso como bebida (estas aguas) necesitan tratamiento físico-químico completo (coagulación, floculación, filtración) y desinfección.

En cuanto a la norma de la Comunidad Europea, los mencionados valores corresponden a la Clase A3, por lo que se recomiendan medidas similares a las señaladas por la normativa nacional.

Conclusiones sobre los impactos a la población

Marginalidad

1. Desde el punto de vista social y económico, la población de la zona de estudio se encuentra marginada de las actividades relativas al cuidado del medio ambiente. Los niveles de información y consulta sobre estas actividades son mínimos o inexistentes. De igual forma, la presencia de las empresas petroleras en la zona

no ha incidido positivamente en la vida de la población, que al menos esperaba oportunidades de empleo.

2. La marginalidad también alcanza a las instancias institucionales locales que no están facultadas para resolver conflictos ambientales. Toda la temática ambiental se concentra en el gobierno central. Las autoridades locales están al margen de la toma de decisiones en cuanto a actividades de monitoreo ambiental y aprobación de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental.
3. Esta situación de marginalidad ha comenzado a generar un proceso de reacción cuyo principal resultado es el fortalecimiento de las organizaciones de base en torno a la defensa de los recursos naturales.

Aproximación socioeconómica

4. Frente a las grandes expectivas de incremento de ingresos económicos que percibiría la zona de estudio por los trabajos petroleros y las regalías generadas, los pobladores reaccionan con desconfianza y esperan que esos ingresos sean bien utilizados tanto en la mejora de sus condiciones de vida como en el cuidado de los recursos naturales.
5. La población de la zona de estudio desconoce el uso de los recursos económicos que percibe el municipio de Villa Montes por regalías hidrocarburíferas; hasta la fecha, los pobladores no han advertido un impacto económico positivo de esos recursos en el desarrollo de la región; la población espera que las regalías signifiquen mejores condiciones de vida, mejores empleos, un buen sistema de agua potable, energía eléctrica y una red de distribución domiciliaria de gas de bajo costo, mejores caminos y proyectos agroindustriales.

Conclusiones acerca la Normatividad ambiental

6. Si bien los Estudios de Evaluación Impacto Ambiental (EEIA), los de exploración sísmica y los de perforación de pozos incorporan planes de mitigación en los que se puntualiza la necesidad de minimizar los potenciales riesgos de contaminación de aguas, en esos documentos no existe una referencia clara y específica sobre la realización de monitoreos sobre el parámetro de contenido de hidrocarburos.

Las características específicas de la zona, por la intensa actividad de exploración y explotación de gas y petróleo, exigen una mayor profundidad de los estudios en todos los aspectos referidos a la potencial de contaminación de aguas por hidrocarburos.

7. La norma ambiental vigente en el país establece un valor admisible de 10 mg/l de grasas y aceites para la descarga de líquidos a cuerpos de agua. Y si bien las petroleras cumplen esta norma, es necesario revisar ese valor en aguas abajo de la descarga, dado el nivel de mezcla o dispersión que presentan los hidrocarburos en esos lugares. Dicho valor, a juicio de nuestro estudio, debería ser menor a 0,2 mg/l, de manera que esas aguas no representen restricciones para consumo humano. Esta observación no ha sido considerada por las autoridades ambientales.

8. La intensa actividad hidrocarburífera que se desarrolla en la zona de estudio exige el fortalecimiento de las tareas de control, fiscalización y vigilancia ambiental por parte del Estado y todas las reparticiones involucradas. La falta de recursos económicos y humanos destinados a temáticas ambientales es una de las principales debilidades que enfrentan las autoridades del sector. A esto se suma la poca coordinación y excesiva centralización que existe en las reparticiones estatales involucradas en la problemática. Es necesario abrir la información ambiental para autoridades y pobladores regionales.

9. En la actual normativa ambiental existe un notorio vacío respecto a la participación social en la vigilancia ambiental y en la revisión de los estudios de impacto ambiental. Igual vacío se presenta en cuanto a la información que el Estado debe brindar a la comunidad. Los estudios ambientales son de difícil acceso o se tarda demasiado en la atención a la demanda de información.

10. Mientras las empresas petroleras que operan en la zona de estudio aseguran cumplir con la norma ambiental vigente en el país, autoridades estatales u organismos competentes admiten que carecen de medidas de control o vigilancia efectivas para el cumplimiento de la norma.

11. La revisión y aprobación de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA) están a cargo exclusivo de las autoridades nacionales. Los organismos ambientales departamentales y regionales nada pueden hacer cuando, por ejemplo, los EEIA presentan información muy parecida sobre regiones completamente distintas.

12. En algunos casos, los planes de mitigación que se contemplan en los EEIA no se cumplen. Varias tareas de reforestación, cuidado del agua y monitoreo corren esa suerte porque no figuran con el detalle necesario en los estudios mencionados. Esta es otra razón que permite exigir mayor descentralización en las tareas de control y vigilancia ambiental.

13. Villa Montes se convertirá en una zona de alto riesgo ambiental si no se realizan medidas racionales de mitigación inmediata. La contaminación de sus suelos en proceso de acumulación, desde el pie de monte hasta las llanuras del Chaco, constiutye un riesgo innegable.

14. La información contenida en el presente estudio constituye un paso adelante en dirección de formular el Plan de Acción Ambiental para el Sector Hidrocarburos (PAASH). Este plan ha sido gestionado por organismos ambientales competentes a nivel nacional que consideran la necesidad de realizar una mejor gestión ambiental en el sector hidrocarburos.

Recomendaciones y pautas de control

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación, se espera que las instituciones regionales y departamentales involucradas en la temática ambiental los asuman como propios para identificar con precisión aquellos puntos donde se origina la contaminación de aguas por hidrocarburos detectada en la Serranía Aguaragüe. Igualmente, se espera que se tomen las medidas necesarias para remediar la contaminación existente en el agua destinada a consumo humano. El agua de la zona, para que se considere verdaderamente agua potable, debe ser sometida al respectivo tratamiento completo para evitar impactos negativos en la salud de los pobladores de los municipios rurales, originarios y urbanos de Villa Montes. A continuación, detallamos las recomendaciones que emergen del estudio realizado:

1. En zonas donde se desarrollan intensos trabajos de exploración y explotación hidrocarburífera —es el caso de la Serranía Aguaragüe y del Chaco boliviano— se recomienda la introducción del parámetro TPH (Hidrocarburos Totales de Petróleo) para el análisis de las aguas de consumo humano y de riego. Esta es una medida que podría tomarse en cuenta inmediatamente en los estudios o proyectos que licita PRONAR y DINASBA, las entidades estatales encargadas de vigilar el cumplimiento de las normas para las aguas de riego y el saneamiento básico.
2. Se recomienda realizar estudios específicos respecto de la probable incidencia de las trazas de hidrocarburos detectadas en el agua en la salud de los pobladores.
3. Por su importancia para la población, es necesario que los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA), cuando abordan la caracterización de la zona,

incluyan un análisis detallado de calidad de las aguas que incluya parámetros de hidrocarburos.

4. Para llevar a cabo un efectivo seguimiento de la calidad del agua del río Pilcomayo y de las fuentes hídricas localizadas al pie de la Serranía Aguaragüe, se recomienda que el Estado solicite a las empresas petroleras que operan en la zona realicen un monitoreo de los cursos de agua adyacentes al área deonde realizan sus trabajos. Ese monitoreo debiera incluir el parámetro TPH mencionado y el de Hidrocarburos Poliaromáticos (PAHs).
5. Para atender oportunamente los problemas de contaminación que se presentan en la zona de estudio, cada vez con más agudeza, debiera asignarse un presupuesto especial compartido por el Estado y las empresas petroleras para realizar un control efectivo de los actuales niveles de contaminación de aguas. Ese presupuesto debiera considerar la necesaria participación de un representante de la comunidad y un profesional del área.
6. Aunque pareciera tratarse de un detalle de poca importancia, por la experiencia recogida en el presente estudio se recomienda que las muestras de agua tomadas deben ser enviadas para su análisis con una codificación especial sin mencionar el lugar de donde proceden (sólo indicar que se trata de agua de río o de quebrada de la Serranía).
7. Se recomienda gestionar, a través de Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP), la incorporación de un reglamento para la protección de acuíferos en la Ley de Medio Ambiente. De igual manera, y en consideración a la actual disconformidad de los pobladores de la zona de estudio, urge reglamentar las medidas de compensación por daños ocasionados al medio ambiente.
8. El Estado debe resolver las actuales dificultades de acceso a la información contenida en los EEIA. Esa información debe ser considerada como información pública, y por tanto, debe estar abierta a la población y sus organizaciones. En ese mismo sentido, la Consulta Pública —otro de los importantes instrumentos de la norma ambiental— debe ser plenamente socializada, aplicada con el mayor consenso posible y con el mayor conocimiento por parte de la población.
9. Es necesario estudiar mecanismos que permitan la participación activa de los actores locales en la vigilancia y supervisión ambiental. La ausencia de esos mecanismos puede generar conflictos sociales que cuestionen la presencia de las empresas petroleras en la región.

10. A mayor difusión y conocimiento de la normatividad ambiental vigente, mayores serán las posibilidades de incorporar a los principales actores en los procesos de supervisión y vigilancia ambiental.
11. Las tareas de mitigación por los impactos causados por la actividad hidrocarburífera en la zona de estudio debieran considerar la participación de los actores locales. Esta participación beneficiaría a las propias empresas petroleras, evitando probables conflictos.

Pautas de control

1. El control de la contaminación de aguas, el análisis de la salinidad y presencia de hidrocarburos, además de la evaluación de presencia de coliformes fecales, debieran ser parámetros de primera importancia en las tareas de vigilancia ambiental. Es necesario incluir en esos análisis, procesos que permitan detectar la presencia de metales como el Bario, Cadmio o Arsénico, un aspecto que no se consideró en el presente estudio.
2. En términos de control, los representantes de la comunidad y de los gobiernos municipales debieran mantener registros permanentes y actualizados de observación de las condiciones perceptibles del agua de la zona.
3. Es preciso contar con registros de todas la empresas petroleras que trabajan en la zona (concesionarias y subcontratistas), conocer el alcance de su trabajo, registrar los eventos de contaminación, los informes que se realizan al respecto y la evaluación de las acciones de intervención en casos de contingencia.
4. La contaminación por hidrocarburos en el agua de consumo humano de Villa Montes debe ser atendida a través del tratamiento en base a compuestos especiales (un asdorbente de compuestos y gases tóxicos).
5. El tratamiento actual del agua para consumo humano de la comunidad de Ipa y de otras situadas el pie de monte —un trabajo que se realiza po compensación debido a la contaminación detectada— es insuficiente, hace falta mejorarlo eliminando la presencia de tóxicos.
6. Las compesaciones económicas y las labores de mitigación y restauración relacionadas al tema de contaminación, deben asegurar la calidad del agua tanto para consumo humano como para riego.

Glosario de términos

Acuífero

Estructura geológica estratigráfica sedimentaria, cuyo volumen de poros esta ocupado por agua en movimiento o estática, capaz de ceder agua en cantidades significativas ya sea por afloramiento de manantiales o por extracción mediante pozos.

Agua subterránea

Es el agua que ocurre en el subsuelo, en formaciones geológicas parcial o totalmente saturadas.

Auditoría ambiental

Es un proceso metodológico que involucra análisis, pruebas y confirmación de procedimientos y prácticas de seguimiento para la verificación del nivel de cumplimiento de una actividad.

Coliformes

Indicador de contaminación patógena, que pueden producir o causar enfermedades.

Conductividad

Medición de la salinidad del suelo y del suelo y el agua. La concentración total de sales solubles en las aguas de riego, para fines de diagnóstico y de clasificación, se puede expresar en términos e conductividad eléctrica, la cual se puede determinar en forma rápida y precisa.

Contaminantes
Toda materia o energía en cualquier de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora o fauna, o cualquier elemento ambiental, altere o modifique su composición natural y degrade su calidad.

Cobertura vegetal
Capa vegetal existente, constituida por elementos arbóreos, arbustivos y/o herbáceos.

Cuenca Hidrográfica
Un área de drenaje superficial, separada de otras por la línea divisoria de agua.

Cuerpo de Agua
Arroyos, ríos, lagos y acuíferos, que conforman el sistema hidrográfico de una zona geográfica.

Cloruros
Los cloruros están presentes en todos los suministros de agua potable y en aguas residuales domésticas, cuando el sodio está presente en el agua, las concentraciones de cloruros en exceso de 250 mg/l dan un sabor salado. Si el cloruro está presente como sal de calcio ó magnesio este sabor no es detectado aún cuando la concentración sea mayor a 1000 mg./l de cloruro.

Demanda química de oxígeno (DQO)
Prueba química rápida para medir el oxígeno equivalente del contenido de materia orgánica del agua residual que es susceptible de oxidación por un producto químico fuerte.

Ecosistema
Unidad funcional que comprende al conjunto de los seres vivos (biocenosis) y de los elementos no-vivos (biotopo) de su entorno, entre los que existe interacción específica.

Erosión
Desagregación, desprendimiento y transporte de sólidos de la superficie terrestre por la acción del agua, viento, gravedad, hielo u otros agentes.

Estructura del Suelo
La estructura es la forma de agregación de partículas individuales de suelo.

Factor Ambiental
Cada una de las partes integrantes del medio ambiente (aire, agua, suelo, ecología, socioeconomía).

Gestión Ambiental
Actividades normativas, administrativas, de control, que deben ser ejecutadas por el Estado y la sociedad en general para garantizar el desarrollo sostenible y la calidad de vida.

Hidrología
La ciencia que estudia los componentes primarios del ciclo hidrológico y su relación entre sí, considera la interacción y dinámica de la atmósfera con cuerpos de agua superficial tales como ríos, arroyos, lagunas, lagos, etcétera.

Impacto Ambiental
Todo efecto que se manifiesta en el conjunto de "valores" naturales, sociales y culturales existentes en un espacio y tiempo determinados y que pueden ser de carácter positivo o negativo.

Límite Permisible
Concentración máxima o mínima permitida, según corresponda, de un elemento, compuesto o microorganismo en el agua, para preservar la salud y el bienestar humanos y el equilibrio ecológico, en concordancia con las clases establecidas.

Lixiviado
Líquido que se ha filtrado a través de los residuos u otro medio. Los lixiviados contienen materiales extraídos, disueltos y en suspensión, los cuales pueden ser dañinos.

Lixiviación
Disolución, y remoción del suelo de los componentes solubles, especialmente bases y sílice por la percolación del agua del suelo en los climas húmedos.

Medida de Mitigación
Implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción, tendente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas de desarrollo de un proyecto.

Monitoreo
Actividad consistente en efectuar observaciones, mediciones y evaluaciones de carácter continuo en un sitio y periodo determinado, con el objeto de identificar los impactos y riesgos potenciales hacia el ambiente y la salud pública o para evaluar la efectividad de un sistema de control.

Monitoreo Ambiental
Sistema de seguimiento continuo de la calidad ambiental a través de la observación, medidas y evaluaciones de una o más de las condiciones ambientales con propósitos definidos.

Napa freática
Acuífero más cercano a la superficie del suelo.

Nivel freático
Profundidad con respecto a la superficie del terreno de la superficie de un acuífero libre.

Olor
El olor se reconoce como un factor de calidad que afecta a la aceptabilidad del agua potable (y de los alimentos preparados con ella), que puede corromperse con la presencia de peces y otros animales acuáticos y anular la estética de las aguas de instalaciones de recreo. Muchas sustancias orgánicas y algunas inorgánicas influyen en el gusto y olor.

Organismos Sectoriales Competentes
Ministerios y Secretarias Nacionales que representan a sectores de la actividad nacional, vinculados con el medio ambiental.

Oxigeno Disuelto

La cantidad de oxigeno disuelto en el agua o cualquier otro líquido y regularmente se expresa en partes por millón o como porcentaje de saturación.

pH

Es un termino universalmente usado para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución. Más exacta es la manera de expresar la concentración de iones hidrógeno.

Recurso Hídrico

Cuerpo de agua que cumple con los límites establecidos para cualesquiera de las clases A, B, C o D.

Serranía

Conjunto de montañas o sierras de formas alargadas, generalmente de extensión regional.

Sólidos Sedimentados

Volumen que ocupan las partículas sólidos contenidas en un volumen definido de agua, decantadas en dos horas; su valor se mide en mililitros por litro (ml/l).

Sólidos Totales Disueltos

Sólidos que se encuentran en el agua en estado iónico o molecular y no sedimentan.

Temperatura

La temperatura juega un papel muy importante en la solubilidad de las sales y principalmente de los gases en la disolución de las sales y por lo tanto en la conductividad eléctrica, en la determinación de pH, en el conocimiento del origen del agua y del origen de eventuales mezclas.

Textura del suelo

Combinación determinada de arena, limo y arcilla en el suelo.

Turbiedad

La turbidez del agua es producida por materias en suspensión finamente dividida como arcilla, materias orgánicas e inorgánicas, compuestos orgánicos solubles coloreados, y otros microorganismos.

Uso Sostenible

Utilización de los recursos naturales renovables de un modo e intensidad que no ocasione su disminución o alteración de la diversidad biológica a largo plazo, manteniendo la capacidad productiva y evolutiva de las especies y ecosistemas.

Bibliografía

BARRAGÁN, Rossana; SALMAN, Ton; AYLLÓN, Virginia; SANJINEZ, Javier; LANGER, Erick D.; CORDOVA Julio y ROJAS Rafael.

2001 *Formulación de proyectos de investigación.* La Paz: PIEB.

CANTER, W. Larry

1998 *Manual de evaluación de impacto ambiental*. Madrid: McGraw-Hill.

CARRASCO, Jenny

2000 Jornadas Internacionales de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible *"Impactos socio ambientales de la actividad hidrocarburífera en Bolivia"*.

CENSAT

2000 *RUIRIA. El grito del petróleo.* Santa Fé de Bogotá-Colombia.

CENTENO S., Daniel

1999 *Problemas ambientales en el sector hidrocarburos*. Tarija.

1999 *Reservas posibles de gas y consensado en el departamento de Tarija.* Tarija.

1999 *Tarija y su potencial estratigráfico estructural.* Tarija.

2000 *Los grandes descubrimientos de gas y petróleo en el departamento de Tarija.*

2000 *Los campos petroleros de Sanandita, Los Monos, Caigua y Camatindi.* Tarija.

CENTENO S., Daniel

2001 *Tarija gas y petróleo*. Tarija.

CHACO S.A. Empresa Petrolera
1997 Estudio de evaluación de impacto ambiental. Programa de exploración Síamica en los Bloques Aguaragüe y Vuelta Grande, Chuquisaca y Tarija. GEOPLUS et al. Santa Cruz.

CHACO S.A. Empresa Petrolera
2000 Estudio de evaluación de impacto ambiental. Bloque Aguaragüe "Sísmica 3D" ECONAT Ltda. Santa Cruz.

CHACO S.A. Empresa Petrolera
2000 Estudio de evaluación de impacto ambiental. Perforación exploratoria del Pozo Camatindi X-1000. ENSR. Santa Cruz.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, SECRETARÍA TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA
1994 *Manual de evaluación de impacto ambiental: Conceptos y antececentes básicos.* Santiago-Chile.

CONESA FDEZ-VITORA, Vicente
2000 *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental.* Madrid-España.

EPA
1980 *Science Advisory Board.* USA.

FARFAN, V. Natalio
2000 *Diagnóstico socioeconómico de las comunidades del Parque Nacional y Area Natural de Manejo Integrado de la Serranía del Aguaragüe*. PROMETA. Tarija.

FIS
1998 *Proyecto de agua potable de la comunidad de San Antonio.* Tarija.

FOBOMADE - OLCA
1997 *Miradas, voces y sonidos. Conflictos ambientales en Bolivia.* La Paz

FUNDACION MEDMIN
1996 *Reglamentos a la ley del Medio Ambiente.* La Paz.

FUNDACION YUCHAN - PROMETA

2001 Propuesta preliminar de mitigación a la actividad hidrocarburífera en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado de la Serranía del Aguaragüe. Tarija.

FUNDACIÓN YUCHAN –PROMETA

2001 Evaluación ambiental preliminar de los efectos de la actividades hidrocarburífera en el Parque Nacional y Área Protegida de Manejo Integrado de la Serranía del Aguaragüe.

GACETA OFICIAL DE BOLIVIA

2000 *Reglamentos de la ley de hidrocarburos.* La Paz.

GACETA OFICIAl DE BOLIVIA

1996 *Reglamentos de la ley forestal.* La Paz.

GAVALDA Marc

1999 *Las manchas del petróleo boliviano. Tras los pasos del Repsol en el Parque Nacional y Territorio Indígena Isiboro Sécure".* Red de Alerta Petrolera de Bolivia y OLCA. Cochabamba.

GOBIERNO MUNICIPAL DE VILLAMONTES

1997 Plan de Desarrollo Municipal. Tercera Sección-Provincia Gran Chaco. Municipio de Villa Montes (1998-2002). Villa Montes.

GRIMALDO, H. Emilio; DUPRET, Francois

2000 Diagnóstico de fuentes de agua en el Parque Nacional y Area Natural de Manejo Integrado de la Serranía del Aguaragüe. PROMETA. Tarija.

HERNÁNDEZ M., Aurelio; HERNÁNDEZ, L. Aurelio y GALÁN M., Pedro

1995 *Manual de depuración uralita. Sistemas para depuración de aguas residuales en núcleos de basta 20.000 habitantes".* Madrid.

HONORABLE ALCALDIA MUNICIPAL DE YACUIBA

1999 Plan de Desarrollo Municipal. Primera Sección-Provincia Gran Chaco (versión preliminar). CAEM Ltda. Yacuiba.

JAMES, David W.

1980 *Manual de investigaciones sobre fertilidad de suelos. Un programa nacional para investigación y extensión.* MACA, IBTA y Consortium for International Development. La Paz.

LA VOZ DEL CHACO

2001 *Regalías a la vista. ¿En que se invertirá el dinero?.* Año II. N° 8. Segunda época. Yacuiba.

LOZA ROMERO, José

1985 *Bolivia nación en desarrollo*. La Paz: Los Amigos del Libro.

MESA. José, GISBERT, Teresa y D. MESA, G. Carlos

1998 *Historia de Bolivia*. La Paz: Ed. Gisbert.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y ASUNTOS CAMPESINOS (MACA)

1982 *Reconocimiento de suelos de la Provincia Gran Chaco.* La Paz.

MOLLOJA H., Ranulfo

1998 *La región chaqueña. Un eslabón para la integración latinoamericana.* Santa Cruz: Tercera Edición reimpresa.

MONTES de OCA, Ismael

1997 *Geografía y recursos naturales de Bolivia*. La Paz.

OILWATCH

1997 *Voces de resistencia. Explotación petrolera en los trópicos.* Quito

OVERSEAS DEVELOPMENT ADMINISTRATION. ENVIROMENT RESOURCES MANAGEMENT (ERM)

1995 *Evaluación de impacto ambiental preliminar de Caipipendi: Bolivia.* Londres.

PALMER, Robert G. y TROEH, Frederick R.

1980 *Introducción a la ciencia del suelo. Manual de Laboratorio.* México D.F.

PETROBRAS BOLIVIA S.A., ANDINA S.A. Y TOTAL FINA ELF.

1999 *Bloque San Alberto, inicio de producción*. Tarija.

PROGRAMA NACIONAL DE RIEGO (PRONAR)

2000 *Inventario nacional de sistemas de riego.* Cochabamba

PROYECTO VILLAMONTES SACHAPERA (PROVISA)

1979 Estudio de Prefactibilidad. Bolivia. Anexos I. Suelos. Anexos II. Hidrología. Anexo III. Sistema de Riego. ONU-ENDE. Tarija.

QUEBRACHO S.R.L- CHACO S. A.
1999 Análisis Físico y Bacteriológico de Aguas del Río Ipa-Villamontes

SEOANEZ C. Mariano y Equipo de Colaboradores
1996 *Ingeniería del Medio Ambiente, aplicada al medio natural continental.* Madrid-España.

SUAREZ, Virginia; CRESPO, Ángel y GUARDIA, Henry
1997 *Problemática socioambiental del gasoducto Bolivia-Brasil.* Santa Cruz: PROBIOMA.

TESORO BOLIVIA PETROLEUM CO.
1996 Ficha Ambiental. Sector hidrocarburos. 1.- Perforación exploratoria pozo IBB-X2 (Ibibobo). 2.- Pozo exploratorio Margarita-X1 bloque Caipipendi. 3.- Operaciones de reacondicionamiento de los pozos LVT-5 y LVT-10. Tarija.

VAN DER GRINTEN, Philippe
1997 *Recopliación, procesamiento y análisis de datos climátológicos para el Chaco con énfasis en las lluvias.* Villa Montes: U.A.J.M.S. Proyecto AUTAPO.

YPFB
1999 Informe mensual. Diciembre 2001. La Paz

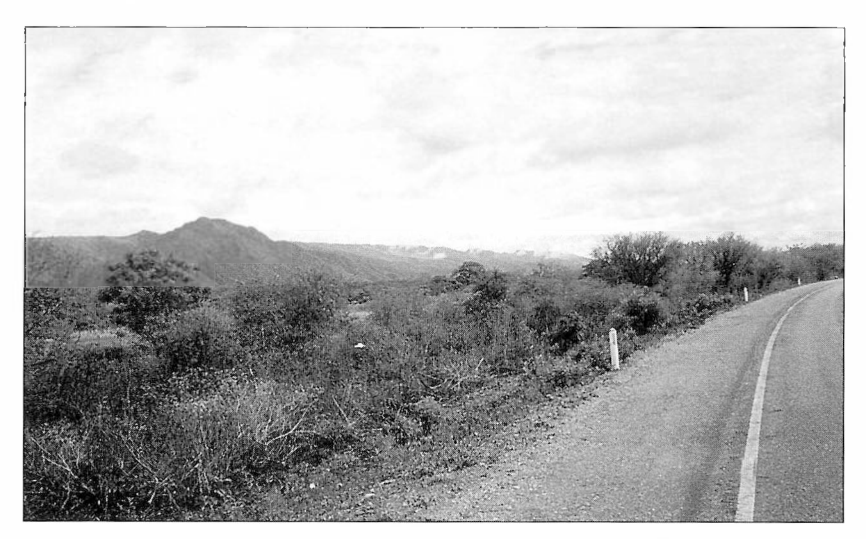
ZONISIG
2000 Diagnóstico integral del Municipio de Villa Montes. Tarija

ZONISIG
2001 Zonificación agroecológica del departamento de Tarija. Tarija

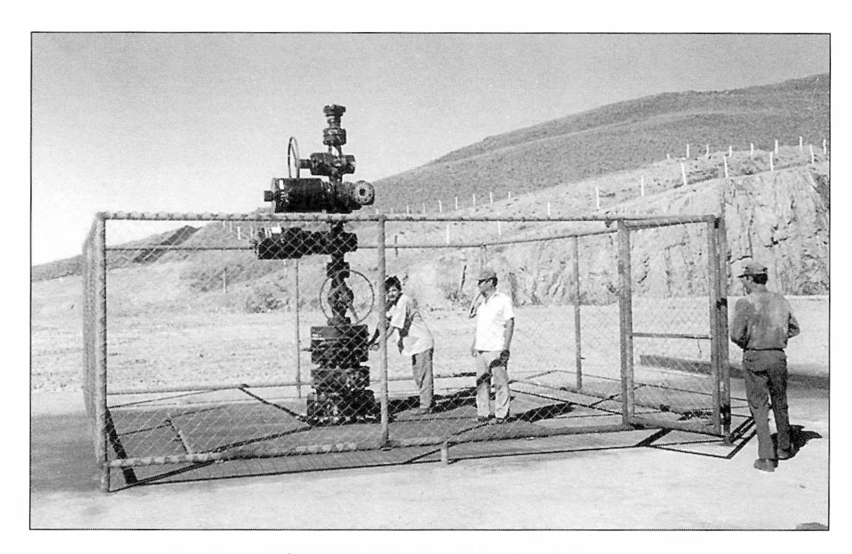
Anexos

ANEXO UNO

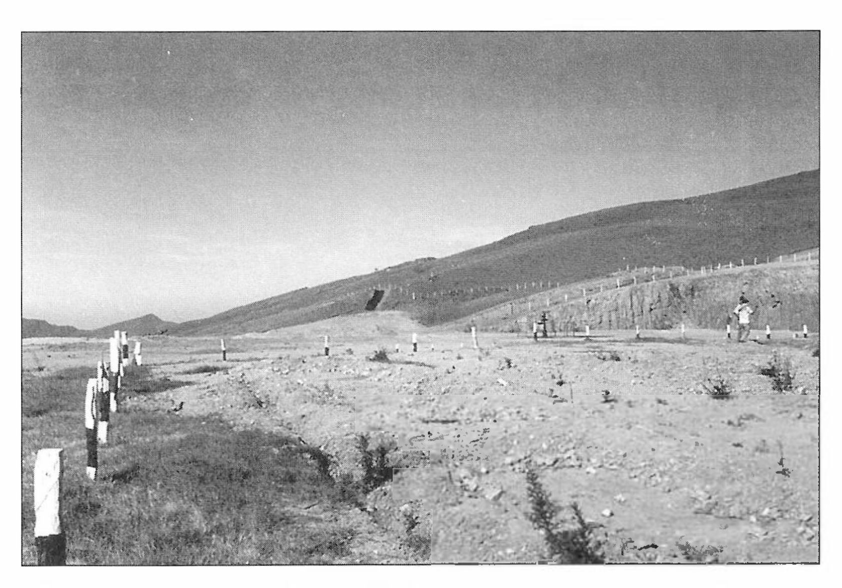
Fotografías de las zonas de investigación



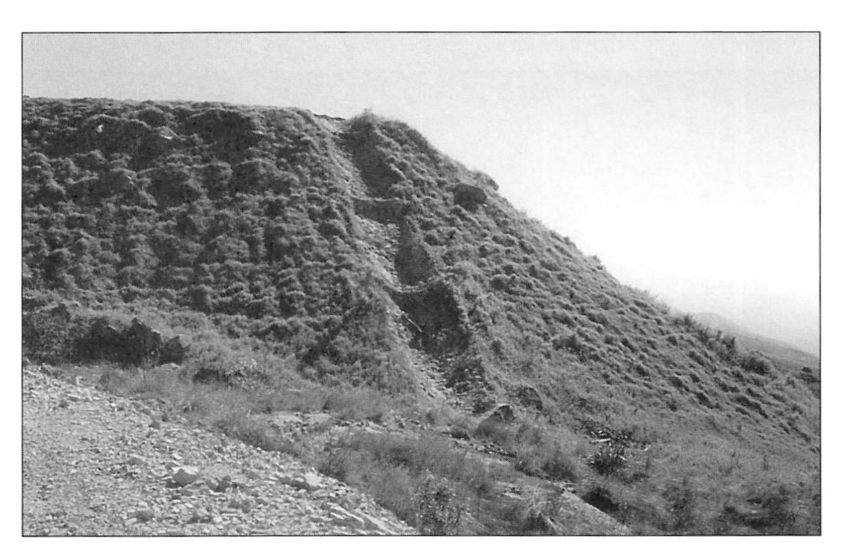
Vista de la Serranía Aguaragüe, desde la carretera Villa Montes-Camiri.



Pozo Camatindi X-1000, en la cima de la Serranía de Aguaragüe.



Cercamiento de áreas de landfarming (al fondo) y de abandono en la planchadera Camatindi.



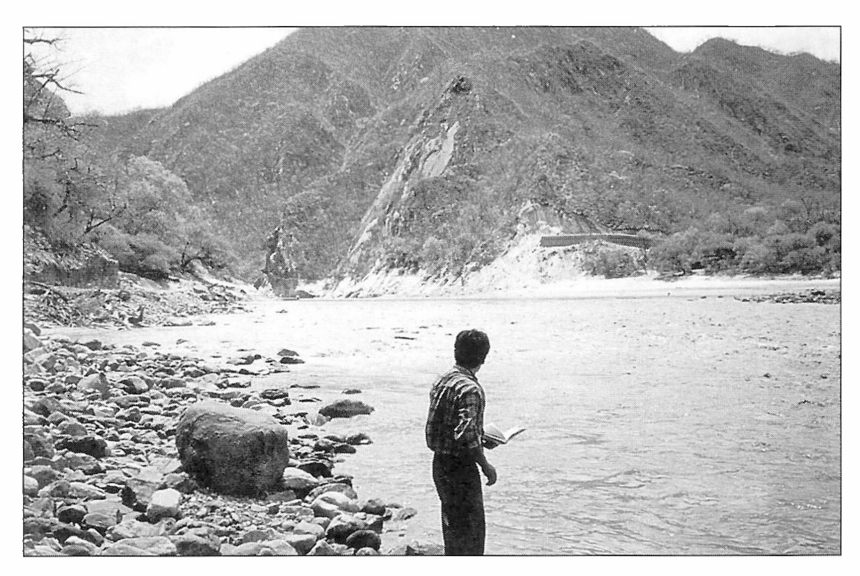
Preservación de áreas (taludes) mediante revegetación y canales de drenaje de aguas en la planchada Camatindi (en su parte inferior se observó filtraciones contaminantes).



Quebrada Ipa en época lluviosa; lugar donde ocurrió derrame de lodo por filtraciones (al costado un trozo de bolsa color blanco que fue utilizada llena de arena en el dique).



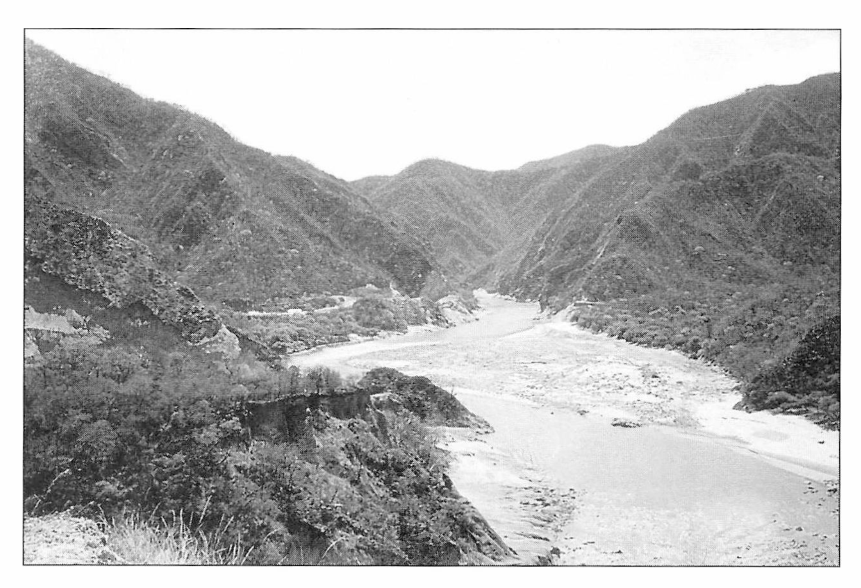
Retención de vegetación (Carahuatas) en una cañería, luego de una crecida de la quebrada Sábalo. Muy próximo al campamento de Petrobras.



Muestreo en el río Pilcomayo, antes de la unión con la quebrada Sábalo
(al fondo proyectado el puente Sábalo).



Acceso al río Pilcomayo desde la quebrada Sábalo.



Río Pilcomayo, al fondo el campamento de Petrobras.



Punto de muestreo de suelo en Ipa.



Punto de muestreo de suelo en Ipa.

ANEXO DOS

Métodos y técnicas de laboratorio

Análisis de laboratorio

Los análisis básicos correspondientes a temperatura, pH, conductividad, sólidos totales disueltos y turbiedad se realizaron en el mismo lugar, mientras que los otros, también convencionales, los realizó Aprotec en la ciudad de Tarija. Para los análisis de hidrocarburos (TPH), que requiere más instrumentos y sustancias químicas, se enviaron las muestras a Spectrolab, cuyos laboratorios se encuentran en la ciudad de Oruro.

Material utilizado

En el muestreo se ha utilizado botes de vidrio oscuro de color café con capacidad de 500 ml para el análisis de hidrocarburos totales de petróleo (TPH); los mismos fueron preparados y enviados por el laboratorio Spectrolab. Otros análisis físicos y químicos se ha empleado botes de plástico de 200 ml.

Para los análisis microbiológicos se han empleado bolsas de polietileno para una capacidad de 100 ml de muestra, convenientemente preparadas para su sellado rápido. La dotación de estos materiales estuvo a cargo del laboratorio Aprotec. Para el almacenaje, embalaje y transporte, se emplearon dos recipientes de tergopol para la conservación de muestras en frío.

Para el análisis en sitio y en laboratorio se han empleado componentes del equipo portátil HACH, DREL/2010, una versión de HACH's, el más avanzado de los sistemas DREL que también tiene complementos el sistema MEL correspondiente al laboratorio microbiológico. Para las muestras de suelo se emplearon envases de vidrio con tapa rosca y con capacidad de muestra aproximada de 150 gr.

Descripción de la toma de muestras

Para aguas superficiales, el muestreo se ha realizado sumergiendo el bote hasta media altura de la profundidad del río, dado que por su pendiente, el agua presenta un mezclado y dispersión de sus componentes.

El muestreo es puntual y fue ubicado en cursos de agua en el pie monte, en lugares donde existe un camino que corresponde a la ruta antigua de tráfico vehicular.

Para el muestreo de las aguas de red se ha captado el agua en el bote o envase por apertura del grifo; mientras que para aguas de pozo o de noria, las muestras han sido tomadas a través de bombeo manual.

Los suelos fueron muestreados de parcelas agrícolas y riberas de las quebradas próximas a las tomas de aguas para riego. El muestreo fue de la superficie de suelo a una profundidad de 10 a 15 cm y en varios lugares adjuntos, reduciendo el muestreo por cuarteos.

Métodos de conservación y transporte de muestras

Una vez realizado el muestreo, los envases dispuestos en la conservadora fueron trasladados a un refrigerador, con fines de conservación a 4ºC.

Las muestras para análisis microbiológico fueron conservadas con tiosulfato de sodio; las mismas ya vienen esterilizadas y preparadas en un recipiente plástico, y también se conservan en frío a 4ºC; fueron almacenadas hasta su análisis en una conservadora separada.

El tiempo que transcurrió desde el muestreo hasta el análisis del parámetro más crítico, el microbiológico (coliformes fecales y totales), fue de 48 horas. Las muestras fueron conservadas en frío y durante cerca de 12 horas (transporte en la tarde y noche) estuvieron expuestas al ambiente natural en su respectiva conservadora.

Las muestras de TPH, fueron conservadas en frascos obscuros en su respectiva conservadora y empacadas convenientemente para viajes largos y evitar roturas de frascos. El tiempo más crítico para el análisis en laboratorio fue de 92 horas.

Métodos de análisis

Los métodos de análisis, corresponden en gran medida a técnicas HACH, excepto para el análisis de aceites y grasas e hidrocarburos (TPH).

Mayor información al respecto se presentan en el siguiente cuadro:

Métodos de análisis

Muestras de agua					
Tipo de análisis	**Parámetro**	**Símbolo**	**Unidad**	**Método**	**Código**
Físico	Aspecto				
	ºT lab. del agua	T	ºC	Electrométrico	-
	Olor			Organoléptico	-
	Turbiedad	Turb	NTU	Nefelométrico	8195 Hach
	pH	pH		Electrométrico	8156 Hach
	Conductividad	k	mS/cm	Electrométrico	8160 Hach
	Sólidos totales disueltos	TDS	mg/l	Electrométrico	8160 Hach
	Sólidos en suspensión	SS	mg/l	Espectrométrico	8006 Hach
	Oxígeno disuelto	OD	mg/l	Titulométrico, Winkler modif.	8215 Hach
	% saturación de OD	% sat OD	mg/l	cálculo OD (winkler modif.)	8215 Hach
Químico	Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	Winkler modificado	8230 Hach
	Cloruros	Cl -	mg/l	Titulométrico	8207 Hach
	Aceites y Grasas	AG	mg/l	Gravimétrico	
	Hidrarburos totales de petroleo	TPH	mg/l	Espectrofotometría (IR)	ASTM-D3921
Microbiológico	Coliformes totales	CT	UFC/100 ml	Membrana filtrante	8230 Hach
	Escherichia Coli o Colis totales	EC	UFC/100 ml	Membrana filtrante	8230 Hach
Muestras de Suelo					
Tipo de análisis	**Parámetro**	**Símbolo**	**Unidad**	**Método**	**Código**
Químico	Hidrarburos totales de petroleo	TPH	mg/Kg	Espectrofotometría (IR)	ASTM-D3921
Físico	Temperatura	T		Electrométrico	-
	pH	pH		Electrométrico	8156 Hach
	Conductividad	k	mS/cm	Electrométrico	8160 Hach
	Salinidad	TDS	mg/l	Electrométrico	8160 Hach

Para el análisis de suelo se prepara el suelo al 10 % en peso con agua redestilada (con el lixiviado se relizan las pruebas; los métodos utilizados corresponden a HACH's modificados).

ANEXO TRES

Resultados de análisis de laboratorio

Muestras de agua

			Cursos de agua de comunidades de influencia al lado oeste de la Serranía Aguarague											
Lugar			Río Camatindi	Río Tahiguati	Río Ipa riego	Río Ipa potable	Río Ipa riego	Río Ipa potable	Río Ipa riego	Río Ipa potable	Río Ipa	Río Tarairí	Río Tarairí	Río Tarairí
Punto de muestreo			Vado	Vado	Canal de riego	Toma de agua potable	Canal de riego	Deposito agua potable	Canal de riego	Deposito agua potable	y Tahiguati bajo puente	Vado camino antiguo	Vado camino antiguo	Vado camino antiguo
Fecha muestreo			31-juli-01	31-juli-01	01-agos-01	01-agos-01	16-octu-01	16-octu-01	22-novi-01	22-novi-01	16-octu-01	31-juli-01	16-octu-01	24-novi-01
Hora			12:30	10:50	12:30	11:30	10:50	11:10	11:50	11:30	9:50	13:30	11:40	11:30
Parámetros	**Símbolo**	**Unidad**												
Caudal Aprox.: Q (Insitu)	Q	l/s	45	14	60,05	43	48,00	0	45,00	0	150	75,45	70,00	50
ºT del agua (in situ)	T	ºC	23	19	19	18	23	-	25	-	26	25	27	24
pH (in situ)	pH		8,75	8,7	8,6	8,44	8,33	-	8,5	-	8,12	8,12	8,66	8,4
Sólidos tot. disueltos (in situ)	TDS	mg/l	180	110	145	150	130	-	160	-	150	200	200	230
Turbiedad (in situ)	Turb	NTU					65				-		5,72	
Aspecto			Lig turbia	Cristalina	Cristalina	Cristalina	Cristalina	Cristalina	Cristalina	Cristalina	Muy turbio	Cristalina	Cristalina	Cristalina
ºT lab. del agua	T	ºC	18,5	18	19	18,5	22	22	19	19	22	19	23	19
Olor			Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Turbiedad	Turb	NTU	24,4	2,16	1,12	3,78	27,7	41,7	3,7	3,4	>1000	2,49	1,36	2,75
pH	pH		8,68	8,64	8,36	8,39	7,65	7,96	8,25	8,39	8,38	8,8	8,28	8,64
Conductividad	k	mmho/cm	505,5	331,84	375,39	353,85	330,15	330,15	403,4	375,39	400,9	525,54	485,52	553,07
Sólidos Tot. disueltos	TDS	mg/l	200	130	150	140	140	140	168,5	150	170	210	210	221
Sólidos en suspensión	SS	mg/l	22	2,5	2	2	24	25	1,75	0	>750	3	1	2,5
Oxígeno disuelto	OD	mg/l	5,7	6,2	6	6,3	6,2	6,5	6,25	7,5	6	5,9	6	6,1
% saturación de OD	% sat OD	mg/l	78,59%	85,50%	82,74%	85,36%	75,23%	78,87%	83,14%	92,75%	72,80%	79,94%	74,20%	80,29%
DQO	DQO	mg/l	3	3,9	2	2,1	2,2	1,7	2,3	2	3	2,2	2,2	2,25
Coliformes Totales	CT	UFC/100 ml	3000	7000	4500	1000	8000	1000	4000	1000	9000	1000	2000	794
Coliformes Fecales	EC	UFC/100 ml	200	10	66	40	40	6	46	40	30	19	9	27
Cloruros	Cl -	mg/l	17	26	15	9	13	10	21	20	16	10	10	9,5
Aceites y Grasas	AG	mg/l	1	<0,5	<0,5	<0,5	2,3	<0,5	<0,5	<0,5	2,5	<0,5	3	<0,5
Hidroc. Tot. de petróleo	**TPH**	**mg/l**	**0,89**	**0,6**	**0,72**		**2,25**				**2,49**	**0,93**	**2,88**	*

Resultados de análisis de laboratorio

Muestras de agua

						Afluentes del río Pilcomayo en la margen derecha					Parámetros de calidad del río Pilcomayo		
Lugar			Río Caigua riego	Río Caigua riego	Río Caigua riego	Qda Sábalo	Río Isiri	Qda Los Monos	Qda Los Monos	Río Pilcomayo(1)	Río Pilcomayo (2)	Río Pilcomayo (2)	Río Pilcomayo (2)
Punto de muestreo			Canal de riego cerca a sifón	Canal de riego cerca a sifón	Canal de riego cerca a sifón	Vado	Vado	a 3 Km de ruta princ de transp.	a 3 Km de ruta princ de transp.	Antes de Qda Sábalo	Puente Ustarez	Puente Ustarez	Puente Ustarez
Fecha muestreo			01-agos-01	16-octu-01	24-novi-01	18-octu-01	18-octu-01	17-octu-01	21-novi-01	18-octu-01	02-agos-01	17-octu-01	21-novi-01
Hora			17:20	10:50	10:00	12:50	14:00	17:05	8:30	13:20	10:30	18:30	10:30
Parámetros	**Símbolo**	**Unidad**											
Caudal Aprox.: Q (Insitu)	Q	l/s	56,31	41,00	35	1	200	2,50	0	35000	27000	35000	28000
ºT del agua (in situ)	T	ºC	21	27	26	35	36	26,5	29	26	26	26	7,89
pH (in situ)	pH		8,38	8,47	8,4	9,45	8,34	8,35	7,5	7,93	8,37	7,6	480
Sólidos tot. disueltos (in situ)	TDS	mg/l	270	340	320	1580	450	1260	1180	530	560	660	-
Turbiedad (in situ)	Turb	NTU		2,72		10,6	-	35,8	-	-		-	
Aspecto			Cristalina	Liger. turbia	Cristalina	Liger. turbia	Muy turbia	Critalina	Cristalina	Muy turbio	Liger. turbia	Muy turbia	Muy turbia
ºT lab. del agua	T	ºC	18	23	19	23	23	23	19	23	19	23	19
Olor			Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Turbiedad	Turb	NTU	3,05	2,14	1,04	74	>1000	25,2	5,86	1000	60,8	1000	>1000
pH	pH		8,37	7,77	8,25	9,65	8,8	8,25	7,69	7,68	8,47	7,49	7,65
Conductividad	k	mmho/cm	816,84	739,84	775,8	2312	1017,28	3005,6	3115,72	1317,84	1651,7	1549,04	1276,32
Sólidos Tot. disueltos	TDS	mg/l	320	320	310	1000	440	1300	1245	570	660	670	510
Sólidos en suspensión	SS	mg/l	4	4	0	31	>750	24	6,5	>750	55	>750	>750
Oxígeno disuelto	OD	mg/l	5,9	6	7,3	6,05	6,2	5,9	7,1	5,7	6,7	6,2	7,2
% saturación de OD	% sat OD	mg/l	75,95%	74,20%	89,43%	74,77%	76,68%	72,28%	84,92%	70,49%	90,78%	76,70%	87,36%
DQO	DQO	mg/l	2,2	2	2,1	4,1	3,4	5	1,9	3,4	3,5	4	2,5
Coliformes Totales	CT	UFC/100 ml	7000	5000	4000	2000	1200	1000	1200	1000	700	800	1100
Coliformes Fecales	EC	UFC/100 ml	100	80	23	13	7	2	3	40	100	50	34
Cloruros	Cl-	mg/l	23	20	24	174,5	59	140	139	263	257	270	250
Aceites y Grasas	AG	mg/l	1,8	2,7	1,1	1,95	2,5	4	<0,5	2,6	<0,5	3,3	<0,5
Hidroc. Tot. de petróleo	**TPH**	**mg/l**	**1,09**	**2,65**	**0,61**	**1,92**	**2,46**	•	**0,26**	**2,22**		**3,13**	**0,28**

ANEXO TRES *(Continuación)*

Resultados de análisis de laboratorio

Muestras de agua

					Parámetros de calidad de aguas denominadas potables incluido la fuente Tampinta								Escorrentía
Lugar			Río Pilcomayo (3)	Río Pilcomayo (3)	Río Tampinta	Río Tampinta	Río Tampinta	Ciudad V. Montes	Ciudad V. Montes	Ciudad V. Montes	Comunidad San Antonio	Comunidad Algarrobal-noria	Pozo * Pozo Camatindi
Punto de muestreo			Puesto 1	Puesto 1	cerca Puente Ustarez	cerca Puente Ustarez	cerca Puente Ustarez	Agua de grifo	Agua de grifo	Agua de grifo	Agua de grifo	Agua de pozo (noria)	Agua retenida de cámara
Fecha muestreo			02-agos-01	18-octu-01	02-agos-01	17-octu-01	22-novi-01	24-novi-01	02-mayo-02	02-mayo-02	23-novi-01	23-novi-01	01-agos-01
Hora			11:30	8:45	10:15	18:15	9:00	16:00	10:30	15:30	12:30	11:20	10:30
Parámetros	**Símbolo**	**Unidad**											
Caudal Aprox.: Q (Insitu)	Q	l/s	27000	35000	70	35	25	-			-	-	0
ºT del agua (in situ)	T	ºC	25	26	25	28	27	28			27	26	
pH (in situ)	pH		7,82	7,81	8,41	8,5	20	7,48			7,48	7,29	
Sólidos tot. disueltos (in situ)	TDS	mg/l	570	680	85	160	280	200			605	1200	
Turbiedad (in situ)	Turb	NTU		-		8,17	20,8				1	2,33	
Aspecto			Liger. turbia	Muy turbia	Cristalina	Cristalina	Cristalina	Liger. turbia	amarillenta	rojiza leve	Cristalina	Cristalina	Amarilla verd.
ºT lab. del agua	T	ºC	18	23	19	23	19	19	18	18	19	19	
Olor			Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	
Turbiedad	Turb	NTU	57,2	>1000	4,26	5,285	9,3	4,27			1	2,22	
pH	pH		8,36	7,38	8,38	8,13	8,2	8,5	8,32	8,55	7,49	7,30	
Conductividad	k	mmho/cm	1684,74	1398,76	250,26	358,36	513,03	480,5	178,7	76,6	1464,01	2565,15	
Sólidos Tot. disueltos	TDS	mg/l	660	605	100	155	205	192	70	30	585	1025	
Sólidos en suspensión	SS	mg/l	51	>750	3	5,5	3,5	0,5			0	0,7	
Oxígeno disuelto	OD	mg/l	6,3	6,15	5,8	5,95	7,05	7,55			7	7,15	
% saturación de OD	% sat OD	mg/l	86,88%	75,95%	78,59%	73,59%	85,42%	92,95%			84,90%	86,79%	
DQO	DQO	mg/l	3,3	4,15	3	3,2	1,85	3,05			1,9	2	
Coliformes Totales	CT	UFC/100 ml	1000	1750	5000	6500	1250	945			550	400	
Coliformes Fecales	EC	UFC/100 ml	200	65	50	60	11	36			3	3	
Cloruros	Cl -	mg/l	253	255	20	22	23	264			100	164,5	
Aceites y Grasas	AG	mg/l	2,5	2,75	<0,5	<0,5	<0,5	1,05			<0,5	<0,5	
Hidroc. Tot. de petróleo	TPH	mg/l		2,57	0,43			0,75	4,54	3,86	0,76	0,51	3,94

* El agua detenida es proveniente de las aguas de escorrentía de áreas de landfarming de la empresa Chaco S.A.

ANEXO TRES

Resultados de análisis de laboratorio

Muestras de Suelo

Lugar			Ipa	Ipa (1)	Ipa (2)	Ipa (1)	Ipa (2)	Caigua (1))	Caigua (1)	Caigua (2)	Caigua (2)	Los Monos	Los Monos	Sábalo
Punto de muestreo			Cabecera microriego	Cabecera microriego 1	Cabecera microriego 2	Suelo cultivado 1	Suelo cultivado 2	Cabecera mic oriego	Cabecera microriego	Lecho de Qda. cerca sifón	Lecho de Qda. cerca sifón	Lecho de quebrada	Lecho de quebrada	Lecho de quebrada
Fecha muestreo			01-agos-01	16-octu-01	16-octu-01	22-novi-01	22-novi-01	01-agos-01	16-octu-01	16-octu-01	24-novi-01	17-octu-01	21-novi-01	17-octu-01
Hora														
Parámetros	**Símbolo**	**Unidad**												
Hidroc. Tot. de petroleo	TPH	mg/Kg	83	97,9	67,8	127,5	117,87	95,6	126,3	92,7	136,37	50	116,02	60
Temperatura	T		17	23	23	20		17	23	23	19		19	
pH	pH		6,13	7,7	7,8	8		6,23	8,11	8,92	7,21	8,25	8,47	10
Conductividad	k	mS/cm	52,07	115,6	46,24	122,68		104,15	115,6	115,6	100,1	984	625,65	15760
Salinidad	TDS	mg/l	20	50	20	50		40	50	50	40		250	

ANEXO CUATRO

Normas para clasificación de aguas

Valores admisibles de parámetros para clasificacion de aguas según su aptitud de uso

Parámetros	Símbolo	Unidad	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
ºT lab. del agua	T	ºC				
Turbiedad	Turb	NTU	<10	<50	<100-<2000***	<200 - <10000***
pH	pH		6 a 8,5	6 a 9	6 a 8,5	6 a 9
Conductividad	k	mmho/cm	SD	SD	SD	SD
Sólidos Tot. disueltos	TDS	mg/l	1000	1000	1500	1500
Sólidos en suspensión	SS	mg/l	<10	30	<50	100
Oxígeno disuelto	OD	mg/l				
% saturación de OD	% sat OD	mg/l	>80	>70	>60	50%
DQO	DQO	mg/l	<5	<10	<40	<60
Coliformes Totales	CT	UFC/100 ml	<50	<1000	<5000	<50000
Coliformes Fecales	EC	UFC/100 ml	<5	<200	<1000	<5000
Cloruros	Cl -	mg/l	250	300	400	500
Aceites y Grasas	AG	mg/l	ausentes	ausentes	0,3	1
Hidroc. Tot. de petróleo	TPH	mg/l	SD	SD	SD	SD

*** río en crecida
SD=Sin datos
Fuente: Reglamento de la Ley del Medio Ambiente Nº 1333,
Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.La Paz. 1995

Parámetros admisibles de hidrocarburos según las Directivas de la Comunidad Europea de calidad requerida para aguas superficiales destinadas a la alimimentación

Clasificación	Hidrocarburos disueltos o emulsionados (mg/l)
A1 G (valor guía)	-
A1 I (valor obligatorio)	0,05
A2 G (valor guía)	-
A2 I (valor obligatorio)	0,2
A3 G (valor guía)	0,5
A3 I (valor obligatorio)	1

A1, A2, A3 = Tratamiento tipo de las aguas superficiales para el uso como potable

A1 = Tratamiento físico simple y desinfección

A2 = Tratamiento normal, físico, químico y desinfección

A3 = Tratamiento físico, químico afinado y desinfección

Fuente: Seoánez, 1996.

Autores

Wálter Mamani Quiquinta

Técnico en química y egresado en Ingeniería Química de Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Ha desarrollado trabajos de ingeniería ambiental relacionados al tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos; trabajó como técnico del Proyecto PROMADE; es consultor de la empresa MTCB Consultores Asociados S.R.L.; participó en la elaboración de estudios de evaluación de impacto ambiental del "Campus Universitario de la UAJMS".

Nelly Suarez Rueda

Licenciada en Trabajo Social; ha desarrollado trabajos como responsable social en el Proyecto de Riego de CODETAR; ha sido Asistente Técnico Social de CARE-Tarija; se desempeño como Asesora Social en PROSABAR-Tarija; fue consultora individual en las empresas MTCB S.R.L., ICTAR, SSP, Navía y Vacaflores.

Claudia García Terrazas

Egresada de Psicología; auxiliar de docencia en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho; se desempeñó como encargada del servicio de educación inicial en la organización Christian Children's Fund. Es la responsable del Gabinete de Psicología de la organización Kinder " Adolfo Kolping".